ইতিহাস-পাঠক মাত্রেই অবগত আছেন যে অধুনা বিজ্ঞানের উন্নতির সহিত জগতের সর্ব্বাঙ্গীন উন্নতি জড়িত রহিয়াছে। যে দেশ এবং যে জাতির মধ্যে বিজ্ঞানের আলোচনা সমধিক প্রচারিত হইয়াছে, সেই দেশ এবং সেই জাতিই উন্নতির উচ্চসোপানে অধিরূঢ় হইয়াছে। পাশ্চাত্যজগতেই বিজ্ঞানালোচনার প্রবল স্রোত বহমান, তাহারই ফলে আজ পাশ্চাত্য-জাতিরা উন্নতির শিখরদেশে আরূঢ়। জাপান তাহার একটি সমুজ্জ্বল উদাহরণ স্থল। এবং বিজ্ঞানালোচনার অভাব বশতই প্রাচ্য জগতের আজ এরূপ হীনাবস্থা। ইহা অপেক্ষা আর অধিক আক্ষেপের বিষয় কি হইতে পারে যে, যে বৈজ্ঞানিক-শক্তির কার্য্যের দ্বারা বিশ্বব্যাপারের অত্যাশ্চর্য্য ঘটনাবলী নিত্য সংঘটিত হইতেছে তৎসম্বন্ধেই আমরা সাধারণতঃ নিতান্ত অনভিজ্ঞ যে সমস্ত ভৌতিকবল অহোরাত্র আমাদের সম্মুখে [illegible] করিতেছে, সূচ্যগ্র অগ্রপশ্চাৎ হইতে হইলেও যাহাদের [illegible]ধীনে আসিতে হয়, যাহাদের গুণ ও কার্য্যপ্রণালী অবগত

কেবল বাহুল্য মাত্র সামান্য প্রস্তর খণ্ড প্রক্ষেপ হইতে সহস্রাধিক ক্রোশ দূরস্থিত স্থানে কোন একটি ঘটনা সংঘটিত হইবা মাত্র নিমেষের মধ্যে তাড়িৎসংযোগে সেই সংবাদ প্রাপ্ত হওয়া পর্য্যন্ত সমস্তই যখন ভৌতিক নিয়মের দ্বারা পরিচালিত হয়, তখন আমাদের দেশে সেই তত্ত্বের যাহাতে বহুল আলোচনা এবং অনুশীলন হয়, দেশহিতৈষি বিদ্যজ্জন মাত্রেরই যে ইহা আন্তরিক ইচ্ছা তাহাতে আর সন্দেহের বিষয় কি থাকিতে পারে? যাঁহারা ইংরাজিশিক্ষালাভ করিয়া বিজ্ঞানশাস্ত্রসম্বন্ধে উচ্চশ্রেণীর গ্রন্থনিচয় অধ্যয়ন করিবার সুবিধা পাইয়াছেন তাঁহাদের কথা স্বতন্ত্র কিন্তু বাঙ্গালা ভাষার প্রতি যাঁহাদের নির্ভর করিতে হয় তাঁহাদের পথ এখনও নিতান্ত অপ্রসস্ত রহিয়াছে তাহা অবশ্যই স্বীকার করিতে হইবে বাঙ্গালা ভাষায় বিজ্ঞানশাস্ত্র সম্বন্ধীয় গ্রন্থ এখনও নিতান্ত বিরল, সুতরাং বাঙ্গালাভাষার মুখাপেক্ষী বিজ্ঞানানুসন্ধিৎসুদিগের জ্ঞান অসম্পূর্ণই থাকিয়া যায়। এরূপ পুস্তকাভাবের প্রধানতঃ দুইটি কারণ। প্রথম কারণ, বঙ্গভাষার এখনও পর্য্যন্ত এরূপ পুষ্টিসাধন হয় নাই যে, তাহাতে বৈজ্ঞানিক বিষয়াদি সহজে প্রচার করা যায় যিনিই এবিষয়ে হস্তক্ষেপ করিয়াছেন তিনিই বোধ হয় একথা মুক্তকণ্ঠে স্বীকার করিবেন দ্বিতীয় কারণ, এরূপ অসম্পূর্ণ ভাষার সাহায্যে সাধারণ লোকশিক্ষার্থে পুস্তক প্র

প্রধানতঃ অনেক নূতন শব্দ উদ্ভূত এবং অনেক ভাবের কল্পনা করিতে হইয়াছে, এবং ইহা যে কিরূপ আয়াসসাধ্য তাহা যিনি এই রূপ কার্য্যে একবার হস্তক্ষেপ করিয়াছেন, তিনিই জানেন। কিন্তু কিছু আয়াসসাধ্য হইলেও বোধাতীত হয় নাই বলিয়াই আমার প্রতীতি বিদ্যালয়ের অধ্যক্ষগণ কৃপা বিতরণ পূর্ব্বক পুস্তকের উৎকর্ষ কল্পে প্রমাদ প্রদর্শন করিলে, বা কোন নূতন বিষয় নির্দ্দেশ করিয়া দিলে, কৃতজ্ঞতা সহকারে তাহা গ্রহণ করিব এবং পুনঃসস্করণের সময় ব্যবহারে আনিবার জন্যও প্রয়াস পাইব।

এই সংস্করণে চিত্রাদি সন্নিবেশিত করি নাই তাহার প্রধান কারণ এই যে, আমাদের দেশে এখনও কোন সাধারণ বিজ্ঞানগৃহ স্থাপিত হয় নাই, যেখানে সাধারণ পাঠক যন্ত্রাদি ব্যবহার করিয়া প্রত্যক্ষপরীক্ষা করিবার সুবিধা পাইবেন। এবং প্রত্যক্ষ পরীক্ষা করিবার জন্য যন্ত্রাদি না পাইলে কেবল মাত্র চিত্র দেখিয়া বিশেষ কোন উপকার হইবে বলিয়া বোধ হয় না চিত্র সন্নিবেসিত করা সাধারণের অভিপ্রেত হইলে বারান্তরে তাহা সন্নি-বেসিত করিব বিদ্যোৎসাহী মহোদয়দিগের নিকট উৎসাহ প্রাপ্ত হইলে বিজ্ঞানশাস্ত্রের অপরাপর অংশও ক্রমে লিপিবদ্ধ করিয়া প্রচার করিবার ইচ্ছা রহিল এই সংস্করণে বিস্তর প্রয়াস ও যত্ন সত্ত্বেও পুস্তক খানিকে বর্ণাশুদ্ধি বিবর্জ্জিত করিতে এবং ব্যাকরণা-শুদ্ধি দোষশূন্য করিতে পারি নাই, এবং সহজে বোধগম্য জন্য

কোনও কোনও ইংরেজী বৈজ্ঞানিক শব্দের বাঙ্গালা প্রতিশব্দ ও স্থচারুরূপে সন্নিবিষ্ট হয় নাই, এজন্য বিদ্যালঙ্কৃত মহোদয়গণের নিকট প্রার্থনা যে, বারান্তরে ইহার পরিশুদ্ধি বিষয়ে প্রয়াসী হইব যাঁহাদের জন্য এই পুস্তক খানি রচিত হইল তাঁহাদের ব্যবহারপযোগী হইলেই শ্রম সফল জ্ঞান করিব

৮ নং ব্রিটিস ইণ্ডিয়ান ষ্ট্রীট,
কলিকাতা,
২রা বৈশাখ ১৩০৬

শ্রীঅমৃতকৃষ্ণ বসু।

সূচীপত্র

এবং

দুরূহ বৈজ্ঞানিক শব্দের ইংরাজী প্রতিবাক্য

ভৌতিক তত্ত্ব।*

প্রথম অধ্যায়।

যে অপূর্ব্ব-কৌশলময়, দৃঢ়বদ্ধ নিয়মাবলী দ্বারা বিশ্বসম্রাটের
বিশ্বরাজ্য সুনির্দ্দিষ্টরূপে পরিচালিত হয় তাহাকেই প্রাকৃতিক-
নিয়ম† বলে। প্রাকৃতিক নিয়ম তিন ভাগে বিভক্ত :
নিয়ম, ঔদ্ভিদ-নিয়ম, এবং জান্তব-নিয়ম যে নিয়ম
ভৌতিক পরমাণুসকল সমাকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া
স্থাপিত ও পরিচালিত হয়, তাহাকেই ভৌতিব
যে নিয়মাবলীর দ্বারা সমস্ত উদ্ভিদ্জগতের সৃষ্টি, স্থি
সাধন হয়, তাহাকেই ঔদ্ভিদ-নিয়ম বলে। এবং যে
দ্বারা সমগ্র প্রাণীজীবের জনম, পরিবর্দ্ধন, পরিপোষ

---

* Physics. † Natural Laws.

কার্য্য যথারীতি সম্পন্ন হয় তাহকেই জান্তব-নিয়ম বলে। এতৎ-সমস্ত নিয়মই তাহাদের প্রত্যেকের প্রকৃতিগত নির্দ্দিষ্ট রীতি, সুতরাং কোন কারণেই তাহাদের কোন রূপ ব্যতিক্রম বা বিপর্য্যয় ঘটিবার সম্ভাবনা নাই। প্রাকৃতিক নিয়ম মাত্রেই সেই জন্য অখণ্ডনীয় ও অপরিবর্ত্তনীয়। অতীত যুগে তাহারা প্রত্যেকে যে রূপ কার্য্য করিয়াছে, এখনও সেইরূপ করিতেছে, এবং যুগান্তেও সেই রূপই করিবে, তাহার কোন রূপ অন্যথা বা ব্যতিক্রম ঘটিবে না। অগ্নির প্রধান গুণ দাহনশক্তি; অতীত যুগেও অগ্নির এই গুণ বর্ত্তমান ছিল, এখনও আছে, এবং ভবিষ্য যুগেও তাহা থাকিবে। অগ্নিতে কোন বস্তু নিক্ষেপ করিলেই তাহা দগ্ধ হয়; অতীত যুগেও এইরূপ হইয়াছে, এখনও হইতেছে, এবং ভবিষ্য যুগেও তাহাই হইবে, তাহার আর কোন সন্দেহ নাই। সময়ে সময়ে দুইটী পদার্থের একত্র সংযোগ ঘটিলে একটী পদর্থের কার্য্যের (দৃষ্টতঃ) ব্যতিক্রম ঘটে বলিয়াই ভ্রম হয়। জল সংযোগে প্রজ্বলিত অগ্নি নির্ব্বাপিত হয়। কিন্তু বস্তুতঃ ঐ ঘটনা কোন একটী প্রাকৃতিক নিয়মের বিপর্য্যয় বা ব্যতিক্রম বশতঃ উৎপন্ন হয় না। অগ্নির দাহন শক্তি, এবং জলের নির্ব্বান-শক্তি, এই উভয় শক্তির একত্র সংযোগ দ্বারা একটী নূতন বল উৎপন্ন হয় যাহাকে সমুদ্ভূত-বল * বলে, এবং ঐ বলের দ্বারাই প্রজ্বলিত অগ্নি নির্ব্বাপিত হয়।

* Resultant Force.

প্রত্যেক প্রাকৃতিক নিয়মের প্রকৃতি বিভিন্ন হইলেও তাহারা পরস্পরের সহকারী ও পৃষ্ঠপোষক, এবং এই অলৌকিক কৌশল প্রভাবেই বিশ্বব্যাপারের অত্যাশ্চর্য্য ঘটনাবলী নিত্য সংঘটিত হইতেছে। বিশ্বরাজ্যের প্রত্যেক ঘটনার কার্য্যকারণ নিরাকরণ করাই প্রকৃতি-বিজ্ঞানের † মহদুদ্দেশ্য। প্রত্যহই আমরা বৃক্ষ হইতে ফল পতিত হইতে দেখি, কিন্তু আমাদের মধ্যে কয়জন নিউটনের ন্যায় তৎকারণ নির্ণয় করিবার জন্য (কথঞ্চিন্মাত্রও) অনুসন্ধিৎসু হইয়া থাকেন? এবং কয়জনই বা তৎকারণ নিরাকরণার্থে অগ্রসর হইয়া তৎফলে বিজ্ঞান-শাস্ত্রের ভিত্তিস্তম্ভ স্বরূপ মাধ্যাকর্ষণতত্ত্বের আবিষ্কার করিয়া নশ্বর জীবনে অমরত্ব লাভ করিতে পারিয়াছেন? সাধারণতঃ আমরা যে সমস্ত ঘটনাবলী নিত্য সংঘটিত হইতে দেখি, তদ্দৃষ্টে অনুমাত্রও বিস্মিত বা অনুসন্ধিৎসু হইনা। কেবল যে সমস্ত ঘটনাবলী কচিৎ কখন সংঘটিত হইতে দেখি তদ্দৃষ্টে ন্যূনাধিক পরিমাণে বিস্মিত হই, এবং কখনও বা তৎকারণ অনুসন্ধানার্থে কিঞ্চিৎমাত্র ব্যগ্র হই। কিন্তু একজন বিজ্ঞানবিদ্ পণ্ডিতের চক্ষে কি নিত্য সংঘটিত, কি কচিৎ সংঘটিত, ঘটনা মাত্রেই অত্যাশ্চর্য্য বলিয়াই বোধ হয়, এবং তাহার কার্য্যকারণ নিরাকরণার্থে তিনি সমভাবে উৎসুক ও অনুসন্ধিৎসু হইয়া থাকেন। ইতিহাসপাঠক মাত্রেই বোধ হয় জানেন যে, অধুনা বিজ্ঞান শাস্ত্রের প্রভাবেই পাশ্চাত্য জগতে

† Natural Philosophy.

নানাবিধ কল্যাণকর কার্য্য সাধিত হইতেছে, এবং বিজ্ঞানবিদ্ পণ্ডিত মাত্রেরই বিশ্বাস যে ক্রমে বিজ্ঞানালোচনার সমাদর যতই বৃদ্ধি হইবে ততই জগতের অধিকতর মঙ্গল সাধিত হইবে। অভাগা ভারতে বিজ্ঞানালোচনার নাম গন্ধও নাই, তাই আজ ভারতবাসী মাত্রেই সকল বিষয়ে পরাম্পদ ও পরমুখপ্রার্থী, এবং সেই জন্যই প্রতিপদবিক্ষেপে তাঁহাদের লাঞ্ছিত ও পদদলিত হইতে হয় ইহা অপেক্ষা আর কি অধিক আক্ষেপের বিষয় কল্পনা করা যাইতে পারে যে, যাহাদের পূর্ব্বপুরুষগণ জগতকে বস্ত্রবয়ন ও বস্ত্রপরিধান করিতে শিক্ষা দিয়াছিলেন, আজ কিনা তাঁহাদেরই কুলাঙ্গার বংশধরগণ পরিবারবর্গের নগ্নাবস্থা নিবারণ করিবার জন্য পরমুখপ্রার্থী! বলা বাহুল্য যে, একজন বিজ্ঞানবিদ্ পণ্ডিত কোন একটী বৈজ্ঞানিক তত্ত্বের আবিষ্কার করিতে পারিলে যে অপূর্ব্ব বিমলানন্দ অনুভব করেন, পৃথিবীর কোনও হীরক-খচিত-স্বর্ণমুকুটধারী সম্রাটের অদৃষ্টেও বোধ হয় সেরূপ বিমলানন্দ অনুভব করা সম্ভবপর নহে এবং পৃথিবীর কোন্ সম্রাটই বা নিউটন গালিলিও অপেক্ষা নিজ নাম চিরস্মরণীয় করিতে সমর্থ হইয়াছেন?

জল, বায়ু, স্বর্ণ, পারদ, প্রস্তর, মৃত্তিকা প্রভৃতি যে সমস্ত অচেতন পদার্থ আমরা কোন না কোন ইন্দ্রিয়ের দ্বারা অনুভব করিতে পারি, তাহাকেই ভৌতিক-পদার্থ* বলে ভৌতিক-

* Matter

জগতের সর্ব্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র, দৃষ্টির অগোচর, অবিভাজ্য কনিনীকাকে ভৌতিকপরমাণু * বলে। যোগাকির্ষণ বল দ্বারা দুই বা ততোধিক ভৌতিকপরমাণু সমাকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া এক একটী ভৌতিকঅণু † গঠিত হয় ভৌতিকঅণু সকল দুই ভাগে বিভক্ত:—অমিশ্রঅণু ‡ এবং মিশ্রঅণু § যে সমস্ত ভৌতিকঅণু এক জাতিয় ভৌতিকপরমাণু সংযোগে গঠিত হয়, তাহাদিগকে অমিশ্রঅণু বলে, এবং যে সমস্ত ভৌতিকঅণু বিভিন্ন জাতিয় পরমাণু সংযোগে গঠিত হয়, তাহাদিগকে মিশ্রঅণু বলে অমিশ্রঅণু মাত্রেই সেই জন্য এক-পদার্থময় ‖ এবং মিশ্রঅণু মাত্রেই বহুপদার্থময় ¶ অমিশ্রঅণুর সংখ্যা অতীব বিরল, সমগ্র অণুজগতই প্রায় মিশ্রঅণু দ্বারা পরিপূর্ণ যে প্রাকৃতিকবলের ** দ্বারা এক জাতিয় পরমাণু সকল সমাকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া অমিশ্রঅণু সকল গঠিত হয় তাহাকে পরমাণুর সমসংযোগ-আকর্ষণ-বল †† বলে এবং যে রাসায়নিক বলের দ্বারা অসমজাতিয় পরমাণু সকল সমাকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া মিশ্রঅণু সকল গঠিত হয় তাহাকে রাসায়ণিক অসমসংযোগ-আকর্ষণবল §§ বলে গঠিত অণু সকল পুনরপি সম-সংযোগ-আকর্ষণবল দ্বারা আকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া সমস্ত জগৎসংসারের গঠনো-

---

* Atom. † Molecule. ‡ Simple Molecule
§ Compound Molecule. ‖ Homogenous ¶ Hetrogenous.
** Physical Force †† Molecular Attraction
‡‡ Chemical Attraction or Affinity

পকরণ স্বরূপ মৌলিকপদার্থ * সকল গঠিত হয় অস্মদ্দেশীয় পণ্ডিতগণ "পঞ্চভূত" নামে পাঁচটী মাত্র মৌলিকপদার্থের অস্তিত্ব স্বীকার করিয়া গিয়াছেন ইউরোপীয় প্রাকৃতিবিজ্ঞানবিদ্ পণ্ডিতগণ কিন্তু তদ্বিপরীতে অকাট্য প্রমাণ দ্বারা পঞ্চষষ্টি সংখ্যক "ভূতের" বা মৌলিকপদার্থের অস্তিত্ব প্রতিপন্ন করিয়াছেন এই পঞ্চষষ্টি সংখ্যক মৌলিকপদার্থই যাবদীয় পদার্থেরই গঠনোপকরণ আমরা সচরাচর যে সমস্ত পদার্থ দেখিতে পাই তৎসমস্তই দুই, তিন, বা চারিটী মৌলিকপদার্থ সংযোগে গঠিত উদযান † এবং অম্লযান, ‡ এই দুইটী মাত্র মৌলিকপদার্থ সংযোগে জল উৎপন্ন হয়। আঙ্গার, § অম্লযান এবং চূর্ণক, এই তিনটী মাত্র মৌলিকপদার্থ সংযোগে প্রস্তর গঠিত হয়। এইরূপ দুই, তিন, বা চারিটী মৌলিকপদার্থ সংযোগেই এক একটী স্থূলপদার্থ গঠিত হয়। এক পৃথিবী ভিন্ন চারিটীর অধিক মৌলিকপদার্থ সংযোগে গঠিত পদার্থ অতি অল্পই দেখিতে পাওয়া যায়। পৃথিবীর গঠনোপকরণ চতুর্দ্দশটী মৌলিকপদার্থ, ¶ তন্মধ্যে আটটী পীয় প্রভৃতি নানাবিধ পদার্থ এবং ছয়টী ধাতব পদার্থ •

বিজ্ঞানজ্যোতিক্ষণা যতই সুদূরব্যাপী হউক না কেন, তত্রাপি উহা যে কখনও সৃষ্টিপ্রকরণের গূঢ়তম রহস্য ভেদ

* Elements † Hydrogen. ‡ Oxygen. § Carbon Calcium, ¶ Oxygen, Hydrogen Nitrogen, Silicon, Carbon, Sulphur, Phosphorus, Chlorin, Aluminum, Potassium, Sodium, Calcium, Magnesium and Iron.

করিতে সমর্থ হইবে তাহা কল্পনা করা যাইতে পারেনা। আপাততঃ আমরা এই মাত্র জানিতে পারিয়াছি যে চক্ষুর অগোচর, সূক্ষ্মানুসূক্ষ্ম পরমাণুবিন্দু সকল সম বা অসম-সংযোগ-আকর্ষণ-বলের দ্বারা আকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া তদপেক্ষা বৃহৎ অণু সকল গঠিত হয়। ঐ গঠিত অণু সকল পুনরায় অসম-সংযোগ-আকর্ষণ-বলের দ্বারা আকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া তদপেক্ষা বৃহৎ মৌলিকপদার্থ সকল গঠিত হয়। ইতিপূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, মৌলিকপদার্থই সমস্ত পৃথিবীর গঠনোপকরণ। এই মৌলিক-পদার্থ সকল পুনরপি অসম-সংযোগ আকর্ষণ বলের দ্বারা আকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া এক একটী স্থূল পদার্থ গঠিত হয়। পাঠকের বোধ হয় স্মরণ আছে যে সম-সংযোগ আকর্ষণ-বল এক জাতিয় পরমাণু সকলকেই আকৃষ্ট ও সংযুক্ত করিতে পারে, এবং অসম-সংযোগ-আকর্ষণ-বল কেবল মাত্র বিভিন্ন জাতিয় অণুপরমাণু এবং মৌলিকপদার্থকেই আকৃষ্ট ও সংযুক্ত করিতে পারে। প্রথমোক্ত বল অসম জাতিয়, এবং দ্বিতীয়োক্ত বল সম জাতিয়, অণুপরমাণু-দিগকে আকৃষ্ট ও সংযুক্ত করিতে পারে না। উদযান এবং অম্লযান, এই দুইটী বিভিন্ন জাতিয় মৌলিকপদার্থ, রাসায়নিক-অসম-সংযোগ-আকর্ষণ-বল ইহাদের দুইটীকে আকৃষ্ট ও সংযুক্ত করিয়া জল উৎপন্ন করে। কিন্তু ঐ বল-দ্বয়ের মধ্যে কেহই (উৎপন্ন) জলের সমজাতিয় জলকনিকা সকলকে আকৃষ্ট ও সংযুক্ত করিয়া রাখিতে পারে না; এবং (গঠিত) জলের ক্ষুদ্রকনিকা

সকলকে একত্র সংলগ্ন করিয়া রাখিতে না পারিলে উহারা অবিলম্বেই বিচ্ছিন্ন হইয়া যাইবে এবং জল আমাদের ব্যবহারোপযোগী থাকিবে না সুতরাং যাবদীয় গঠিতপদার্থের ক্ষুদ্রকনিকা সকলকে একত্র সংলগ্ন করিয়া রাখিবার জন্য অপর একটী বলের আবশ্যক। যে বলের দ্বারা গঠিতপদার্থের সমজাতিয় ক্ষুদ্রকনিকা সকল সংশ্লিষ্ট থাকিয়া ঐ পদার্থের অবয়ব রক্ষিত হয় তাহাকেই সংশ্লেষবল * বলে।

পদার্থ মাত্রেই, অণুপরমাণু পর্য্যন্ত, আকারানুরূপ গঠনোপকরণ ধারণ করে, যাহাকে ঐ পদার্থের পিণ্ড † বলে। পিণ্ড ব্যতীত পরমাণুর ন্যায় সূক্ষ্মানুসূক্ষ্ম পদার্থেরও কল্পনা করা যাইতে পারে না। প্রত্যেক পদার্থই অবশ্য আকারাণুরূপ স্থান অধিকার করে, যাহাকে ঐ পদার্থের আয়তন ‡ বলে। যেরূপ পিণ্ড ব্যতীত পদার্থের কল্পনা হয় না, সেইরূপ আয়তন ব্যতীতও পিণ্ডের কল্পনা হয় না। এতদ্ব্যতীত পৃথিবীস্থ প্রত্যেক পদার্থেরই একটী ভার আছে, এবং সমআয়তন জলের ভাবের সহিত তুলনা করিয়া ঐ পদার্থের আপেক্ষিকগুরুত্ব § জানা যায়। পদার্থ মাত্রেরই সেই জন্য পিণ্ড, আয়তন, এবং আপেক্ষিকগুরুত্ব নিত্যগুণ, এবং প্রথমোক্ত গুণদ্বয় ব্যতীত কোন পদার্থেরই কল্পনা করা যাইতে পারে না। আর্কিমিডিস্ নামক একজন দার্শনিক-

* Cohesion † Mass. ‡ Volume § Specific Gravity.

পণ্ডিত পদার্থের আপেক্ষিকগুরুত্ব আবিষ্কার করেন এইরূপ কিংবদন্তি আছে যে তিনি এই বৈজ্ঞানিকতত্ত্ব আবিষ্কার করিবার জন্য বহুদিন যাবৎ চিন্তা করিতেছিলেন একদিন স্নানাগারে ইহার আবিষ্কার করিয়া পণ্ডিতপ্রবর আনন্দে বিহ্বল হইয়া নগ্নাবস্থাতেই "পাইয়াছি" "পাইয়াছি" রব করিতে করিতে রাজপথে বহিষ্কৃত হইয়াছিলেন তাই বলিয়াছি এরূপ বিমলানন্দ কি কখনও কোন সম্রাটের অদৃষ্টে ঘটা সম্ভবে? প্রত্যেক পদার্থের পিণ্ডের আকারানুসারে ঐ পদার্থের অনতিবৃহৎ, বৃহৎ, অতিবৃহৎ, এবং তদ্বিপরীতে ক্ষুদ্র, অনতিক্ষুদ্র, এবং অতিক্ষুদ্র প্রভৃতি নামকরণ হইয়াছে, এবং প্রত্যেক পদার্থের ভার অনুসারে ঐ পদার্থকে লঘু বা গুরু পদার্থ বলা যায় চন্দ্র অপেক্ষা সূর্য্য বৃহৎ, ইহা বলিলেই চন্দ্র অপেক্ষা সূর্য্যের আয়তন বৃহৎ বুঝায় জল অপেক্ষা স্বর্ণ উনবিংশগুণ অধিক ভারি, ইহা বলিলেই জল অপেক্ষা স্বর্ণের গাঢ়ত্ব * উনবিংশগুণ অধিক বুঝায় এবং যে স্বর্ণের গুরুত্ব বা ভার সমআয়তন জল অপেক্ষা উনবিংশ গুণ অধিক না হইবে তাহা কখনই অমিশ্রস্বর্ণ † নহে ইহা নিশ্চয় বলা যাইতে পারে

ভৌতিকপদার্থ মাত্রেই জীবনবিহীন, অচেতনপদার্থ,‡ এবং ভৌতিকপদার্থ মাত্রেই কোন প্রকার গঠিতদেহযন্ত্রবিশিষ্ট § নহে

* Density.
† Pure unalloyed gold.
‡ Inanimate object
§ Organised structure.

ভৌতিকপদার্থমাত্রেই সেই জন্য প্রাকৃতিক এবং রাসায়নিকবলের * দ্বারাই পরিচালিত হয়, জীবনীশক্তির † প্রভাবে উহাদের কোন কার্য্যই সম্পন্ন হয় না। বাহ্যদৃশ্যে প্রত্যেক স্থূল ভৌতিকপদার্থকে এক একটী অখণ্ড বস্তু বলিয়াই ভ্রম হয় বটে, কিন্তু বস্তুতঃ তাহারা প্রত্যেকেই কতকগুলি পরমাণু-বিন্দুর সমষ্টি ব্যতীত আর কিছুই নহে। ঐ যে তোমার সম্মুখে দণ্ডায়মান অচল, অটল, দৃঢ়কায়, বিশালকলেবর, তুষারমণ্ডিত ভূধররাজি, যাহার শৃঙ্গসকল গগণমণ্ডল স্পর্শ করিবার জন্যই যেন ঊর্দ্ধমুখে ধাবিত হইতেছে, উহাও ঐ পরমাণুরাশির সমষ্টি ব্যতীত আর কিছুই নহে। ঐ মহাকায় পর্ব্বতপৃষ্ঠ হইতে একখানি শিলাখণ্ড বিচ্যুত করিয়া উহা উত্তমরূপে পেষণ করতঃ অণুবীক্ষণ-যন্ত্র ‡ সাহার্য্যে পরীক্ষা করিলেই স্পষ্ট প্রতীত হইবে যে ঐ পর্ব্বতপৃষ্ঠচ্যুত শিলাখণ্ডচূর্ণ প্রস্তরগঠনোপযোগী মৌলিকপদার্থ-রাশির সমষ্টি ব্যতীত আর কিছুই নহে ; এবং ঐ শিলাচূর্ণ এবং পর্ব্বত মধ্যে আকারগত পার্থক্য ব্যতীত বস্তুগত কোন প্রকার পার্থক্য বর্ত্তমান নাই।

সমসংযোগ-আকর্ষণ-বলের দ্বারা পরমাণুবিন্দু আকৃষ্ট ও রুদ্ধ হইলেও দুইটী পরমাণু কখনই একত্র সম্মিলিত হয় না,

---

* Physical and Chemical Forces.

† Vital Forces.

‡ Microscope.

তাহাদের উভয়ের সংযোগস্থলে পরমাণুর আকারানুরূপ ব্যবধান স্বতঃতই বর্ত্তমান থাকে, এবং ঐ ব্যবধানকে ছিদ্র * বলে। জগৎস্রষ্টার অপূর্ব্ব কৌশলপ্রভাবে সমগ্র পরমাণু-জগৎ অহর্নিশি ঘুরিতেছে—এক লহমার জন্যও একটী মাত্র ক্ষুদ্র পরমাণুরও স্থির থাকিবার অধিকার নাই। কি যে এক অপূর্ব্ব কৌশলে বিশ্বনাট্যশালা রচিত হইয়াছে, যাহাতে ক্ষুদ্র বৃহৎ সমস্ত অভিনেতাগণই নিজ নিজ নির্দ্দিষ্ট অংশ আবহমানকাল যথানিয়মে অভিনয় করিয়া আসিতেছে, তাহার কখনও কোন বিঘ্ন বা ব্যতিক্রম ঘটে না; এবং তৎপ্রভাবেই বিশ্বরাজ্যের অসীমকার্য্যরাশি আবহমানকাল যথারীতি সুসম্পন্ন হইয়া আসিতেছে।

উত্তাপপ্রভাবে পরমাণুর সংযোগস্থলস্থিত ছিদ্র প্রসারিত হইয়া তাহাদিগকে বিদূরিত করে, এবং উত্তাপের অভাব হইলেই ঐ ছিদ্র আকুঞ্চিত হইয়া তাহাদিগকে সন্নিহিত করে। এই বৈপরীত্যগুণের কার্য্যফলেই পরমাণুর সংযোগস্থলস্থিত ছিদ্র স্বতই বর্ত্তমান থাকে; এবং একটী পরমাণু অপর একটী পরমাণুকে বেষ্টন করিয়া অহরহ ঘুরিয়া বেড়ায়, সেই জন্যই সমগ্র পরমাণুজগৎ সদাই ঘূর্ণায়মান থাকে। উষ্ণানুষ্ণের তারতম্য বশতই প্রত্যেক ভৌতিকপদার্থ কঠিন † তরল ‡ বা

* Pores. † Solids. ‡ Liquids.

বাষ্পীয় * আকার ধারণ করে। উত্তাপের অভাব হইলেই পরমাণুর সংযোগস্থলস্থিত ছিদ্র আকুঞ্চিত হইয়া পরমাণুদিগকে সন্নিহিত করে, তজ্জন্যই ঐ পদার্থ কঠিন প্রকৃতি অবলম্বন করে। উত্তাপ সংযোগে ঐ ছিদ্র প্রসারিত হইয়া পরমাণুদিগকে বিদূরিত করে, সুতরাং ঐ পদার্থ তরল প্রকৃতি অবলম্বন করে। তদপেক্ষা অধিকতর উত্তাপ সংযোগে ঐ ছিদ্র অধিকতর প্রসারিত হইয়া পরমাণুদিগকেও তদনুরূপ বিদূরিত করে, সুতরাং ঐ পদার্থ বাষ্পীয় প্রকৃতি অবলম্বন করে।

কোন কোন পদার্থ উষ্ণানুষ্ণের তারতম্য অনুসারে ত্রিবিধ আকারই ধারণ করে। জলের প্রকৃতি তরল, কিন্তু উত্তাপের অভাব হইলেই তাহা জমিয়া বরফে পরিনত হয়, অর্থাৎ কঠিন পদার্থের আকার ধারণ করে। তদ্বিপরীতে অতিরিক্ত উত্তাপ সংযোগে ঐ জল বাষ্পীয় পদার্থের প্রকৃতি অবলম্বন করে। কাষ্ঠ দগ্ধ করিলে উহা আঙ্গারে পরিণত হয়, এবং ঐ আঙ্গারের সহিত কাষ্ঠের সম্পূর্ণ রূপ রাসায়ণিক পরিবর্ত্তন ঘটে, অর্থাৎ কাষ্ঠ এবং কয়লা বিভিন্ন জাতিয় মৌলিকপদার্থবিশিষ্ট পদার্থ হইয়া দাঁড়ায়। জল শীতল হইয়া বরফে, বা উষ্ণ হইয়া বাষ্পে, পরিণত হইলে তৎপ্রকার কোনরূপ রাসায়ণিক পরিবর্ত্তন ঘটে না, অর্থাৎ জল, বরফ এবং জলীয় বাষ্প একই প্রকার মৌলিকপদার্থবিশিষ্ট থাকে। সাধারণতঃ কঠিন পদার্থ অপেক্ষা তরল পদার্থ, এবং তরল পদার্থ অপেক্ষা বাষ্পীয় পদার্থ অধিকতর দীর্ঘায়তন বিশিষ্ট হয়।

* Gases.

ভৌতিকপদার্থ মাত্রেরই প্রসারণতা, * অভেদ্যতা, † অংশনীয়তা, ‡ ছিদ্রময়তা, § সঙ্কোচনতা, স্থিতিস্থাপকত ¶ জড়তা ** এবং আকর্ষণ †† এই আটটী সাধারণ গুণ বর্ত্তমান থাকে। এতন্মধ্যে প্রথম দুইটী গুণ অণুপরমাণুতে পর্য্যন্ত বর্ত্তমান থাকে। প্রসারণতা গুণের ইতিপূর্ব্বেই উল্লেখ করা হইয়াছে, যে পদার্থের পিণ্ড যে পরিমাণ আয়তন বিশিষ্ট, অর্থাৎ যে পরিমাণ স্থান অধিকার করে, তাহাকেই ঐ পদার্থের প্রসারণতা গুণ বলা যায়, এবং সেই জন্যই অণু-পরমাণুতে পর্য্যন্ত ঐ গুণ বর্ত্তমান থাকে। অভেদ্যতাগুণ বশতই এক আয়তন মধ্যে এক কালে দুইটী পদার্থ অবস্থিতি করিতে পারে না। কোন ধাতব পদার্থ ঢালাই করিতে হইলে সেই জন্যই উহার ছাঁচে বায়ু নির্গমণের পথ রাখিতে হয়, তদ্ভিন্ন ঢালাই হয় না। অংশনীয়তা গুণ বশতই মৃগণাভির একটী অতীব ক্ষুদ্রকনিকা কোন স্থানে রক্ষিত হইলে সুদীর্ঘকাল ধরিয়া ঐ স্থানে মৃগনাভির সুগন্ধ বর্ত্তমান থাকে। কোন স্থানে একটী সুগন্ধপুষ্প প্রস্ফুটিত হইলে তন্নিকটবর্ত্তী স্থান ব্যাপিয়া ঐ সুগন্ধে আমোদিত হয়। হোমিওপ্যাথিমতে প্রস্তুত ঔষধের

---

* Extension.
† Impenetrability
‡ Divisibility
‖ Porosity.
Compressibility.
¶ Elasticity
** Inertia.
†† Gravity.

অদ্ভুত কার্য্যকারীশক্তির ইহা একটী আকট্য প্রমাণস্থল। বিন্দুমাত্র ভেষজপদার্থ কোটী কোটী অংশে বিভক্ত হইয়াও তদ্দ্বারা দুরারোগ্য ব্যাধি প্রশমিত হয় অংশনিয়তাগুণের সীমা সংস্থাপন করিবার জন্যই পরমাণুর অস্তিত্ব কল্পনা করা হইয়াছে—অর্থাৎ কোন একটী ভৌতিক পদার্থ ঐ অবস্থা পর্য্যন্ত বিভক্ত করা যাইতে পারে, তৎপরে আর বিভক্ত করা যাইতে পারে না; এবং ঐ অবিভক্তণীয় অবস্থাপ্রাপ্ত কনিনীকাকেই "পরমাণু" বলিয়া কল্পনা করা হইয়াছে। একটী বিশ্লিষ্ট পরমাণু অবশ্য কেহ কখন দেখেন নাই, দেখিবার সম্ভাবনাও নাই, কেন না প্রাকৃতিক-যোগাকর্ষণবল প্রভাবে দুইটী পরমাণু সন্নিহিত হইবা মাত্রই তাহারা আকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়া যায়।

ছিদ্রময়তাগুণেরও ইতিপূর্ব্বে উল্লেখ করা হইয়াছে। এই গুণ বশতঃই উত্তাপ প্রভাবে ভৌতিকপদার্থ মাত্রেরই আয়তন প্রসারিত এবং উত্তাপ অভাবে উহা আকুঞ্চিত হয়। এক টুকরা খড়িমাটি জলে নিক্ষেপ করিবা মাত্র তাহার অসংখ্য ছিদ্র মধ্যে জল প্রবেশ করিয়া তন্মধ্যস্থিত বায়ু নির্গত করে বলিয়াই জলবুদ্বুদ উৎপন্ন হয়। ধাতবপদার্থেও এই গুণ স্পষ্টতঃ দেখিতে পাওয়া যায়। কোন একটী সূক্ষ্ম সুবর্ণপত্র-নির্ম্মিত * জলপূর্ণ পাত্রের মুখ উত্তমরূপে বদ্ধ † করিয়া ঐ পাত্র দৃঢ়রূপে আকুঞ্চিত

* Gold leaf. † Hermatically sealed.

করিলে (চাপিলে) ঐ পাত্রের ছিদ্র হইতে শিশিরবিন্দুর ন্যায় জলবিন্দু সকল নির্গত হয় আঙ্গারের ছিদ্রময়তাগুণ আছে বলিয়াই তৎসংযোগে অপরিষ্কার (ঘোলাটে) জল পরিষ্কার করিতে পারা যায়, এবং ঐ আঙ্গারের ছিদ্র সকল কর্দ্দমপূর্ণ হইলে আর অপরিষ্কার জল তদ্দ্বারা পরিষ্কার করিতে পারা যায় না।

স্পঞ্জ, * ঝামা, জীবদেহের লোমকূপ প্রভৃতিতে যে জাতিয় ছিদ্র দেখিতে পাওয়া যায় তাঁহার সহিত অণুপরমাণুর সংযোগ-স্থলস্থিত ছিদ্রের সম্পূর্ণরূপ বিভিন্নতা আছে শেষোক্ত জাতিয় ছিদ্র উত্তাপ প্রভাবে প্রসারিত বা উত্তাপ অভাবে আকুঞ্চিত হয় না। কিন্তু জীবদেহ মাত্রেই সঙ্কোচনপ্রবণ দেখিয়া কোন কোন বিজ্ঞান-বিদ্‌পণ্ডিত অনুমান করেন যে জীবদেহেও অণুপরমাণুর সংযোগ-স্থলস্থিত ছিদ্র বর্ত্তমান আছে এই সঙ্কোচনতাগুণ প্রভাবেই ধাতবপদার্থের আকার পরিবর্ত্তন করিয়া তদ্দ্বারা আমরা নানাবিধ অত্যাবশ্যকীয় গৃহসামগ্রী প্রস্তুত করিতে পারি সঙ্কোচনতাগুণ না থাকিলে কোন ধাতবপদার্থই আমাদের ব্যবহারোপযোগী হইত না। যে পদার্থ যে পরিমাণে ছিদ্রময় তাহা সেই পরিমাণেই আকুঞ্চিত হয়, তদতিরিক্ত আকুঞ্চিত হয় না; তদতিরিক্ত আকুঞ্চিত করিবার প্রয়াস পাইলেই কঠিন পদার্থমাত্রেই প্রায় বিচূর্ণ হয়।

---

* Sponge

ধাতবপদার্থ মাত্রেই সর্ব্বাপেক্ষাঅল্প, এবং বাষ্পীয়পদার্থ মাত্রেই সর্ব্বাপেক্ষা অধিক, সঙ্কোচনপ্রবণ হইয়া থাকে।

স্থিতিস্থাপকতাগুণ বশতই পদার্থ বিশেষকে প্রসারিত, আকুঞ্চিত, বা আনত করিয়া ছাড়িয়া দিবা মাত্র উহা পুনরায় পূর্ব্বাবস্থায় প্রত্যাবর্ত্তন করে। ঘড়ীর স্প্রীংএর * ন্যায় আনত † করিয়া, দড়ি, বা সুতার ন্যায় পাক দিয়া এবং বেহালাদি বাদ্যযন্ত্রের তন্তুর ন্যায় আকর্ষণ ‡ করিয়া স্থিতিস্থাপকতা গুণকে অধিকতর কার্য্যকারী করা যায়। সঙ্কোচনতাগুণের ন্যায়, বাষ্পীয় পদার্থেরই স্থিতিস্থাপকতাগুণও সর্ব্বাপেক্ষা অধিক এবং ধাতবপদার্থের ঐ গুণ সর্ব্বাপেক্ষা অল্প লক্ষিত হয়। যে কোন বাষ্পীয়পদার্থ পেষণ করিয়া § (চাপ দিয়া) শতভাগের একভাগে পর্য্যন্ত আকুঞ্চিত করিতে পারা যায়, এবং ঐ চাপ স্থানান্তর করিবা মাত্র তাহা পুনরায় পূর্ব্বাবস্থায় প্রসারিত হয়, অন্য কোন জাতিয় পদার্থ এতদনুরূপ আকুঞ্চিত করা যায় না। অন্যান্য পদার্থের মধ্যে রবারের স্থিতিস্থাপকতাগুণই সর্ব্বাপেক্ষা অধিক, কিন্তু রবারও অতিরিক্ত পরিমাণে প্রসারিত করিলে ছিন্ন হয় কিম্বা উহার স্থিতিস্থাপকতা গুণের বিপর্য্যয় ঘটে, অর্থাৎ উহা আর পুনরায় পূর্ব্বাবস্থায় প্রত্যাবর্ত্তন করিতে পারে না। প্রসারণতা এবং সঙ্কোচনতা এই দুইটী বিপরীত গুণই স্থিতিস্থাপকতা

* Spring. † Bending ‡ Tension. § Pressure.

গুণের প্রধান সহকারী, এবং এই গুণদ্বয়ই অণুপরমাণুদিগকে বিপ্রকৃষ্ট ও সন্নিহিত করিয়া স্থিতিস্থাপকতা গুণকে কার্য্যকর করে। কঠিন পদার্থের মধ্যে ধাতবপদার্থেরই এই গুণ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক দেখা যায়। এক খণ্ড সূক্ষ্ম ইস্পাত এবং তত্তুল্য এক খণ্ড সূক্ষ্ম কাষ্ঠ সমভাবে আনত করিয়া ছাড়িয়া দিলে ইস্পাতখণ্ড অবিলম্বে পূর্ব্বাবস্থায় প্রত্যাবর্ত্তন করিবে কিন্তু কাষ্ঠখণ্ড তাহা করিবে না, অল্প আনতই থাকিবে।

জড়গুণ প্রভাবেই অচেতন পদার্থ মাত্রেরই বর্ত্তমান অবস্থা পরিবর্ত্তন করিবার কোনরূপ প্রবণতা নাই। স্বভাবতঃ অচেতন পদার্থ মাত্রেই অচল, কিন্তু কোন একটি ভৌতিকপদার্থ একবার কোন বলের দ্বারা চালিত হইলে উহা ঐ অবস্থা রক্ষা করিবার প্রয়াস পায়। চলিষ্ণু অবস্থায়, কি সচেতন পদার্থের কি অচেতন পদার্থের গতির যে কোন বিঘ্ন বা বিপত্তি উপস্থিত হয় তৎসমস্তই জড়গুণের কার্য্য প্রভাবে ঘটিয়া থাকে। বাষ্পীয়রথের প্রবল বেগবতী গতি হঠাৎ কোন প্রকার প্রতিবোধক বলের দ্বারা রুদ্ধ হইলে জড়গুণের কার্য্যফলেই চলিষ্ণু রথ সকল অগ্রসর হইবার প্রয়াস পায় এবং তদ্বশতঃই রথে রথে সংঘর্ষণ হয় (ধাক্কা লাগে)। অশ্বের গতির দ্বারা অশ্বারোহীর শরীরও গতিশীল হয় এবং কোন কারণ বশতঃ অশ্বের গতি হঠাৎ রুদ্ধ হইলে অশ্বারোহীর দেহ জড়গুণ প্রভাবে অগ্রসর হইবার প্রয়াস পাওয়ায় অশ্বারোহী অশ্বপৃষ্ঠচ্যুত হইয়া ভূপতিত হয়। চলিষ্ণু শকট হইতে উল্লম্ফন করিলে মৃত্তিকা

সংস্পর্শে পদদ্বয়ের গতি রুদ্ধ হয় বটে কিন্তু শরীরের উপরিভাগ তখনও গতিশীল থাকে, এবং জড়গুণ প্রভাবে ঐ অংশ অগ্রসর হইবার প্রয়াস পাওয়ায় ঐ ব্যক্তি ভূপতিত হয়।

যে বলের দ্বারা পৃথিবীর যাবতীয় পদার্থ পৃথিবী অভিমুখে আকৃষ্ট হয় তাহাকেই মাধ্যাকর্ষণবল বলে। প্রকৃত অর্থে যে বলের দ্বারা গ্রহনক্ষত্রাদি পরস্পরকে আকৃষ্ট করে তাহাকেই মাধ্যাকর্ষণ বা সর্ব্বপদার্থ-বিষয়ক-আকর্ষণ-বল * বলে। পৃথিবীর আকর্ষণবল, (যাহা ইতিপূর্ব্বে "আকর্ষণবল" বলিয়া উল্লিখিত হইয়াছে), তাহা মাধ্যাকর্ষণবলের একটি কার্য্যবিকাশ † মাত্র। অনেকেরই এই রূপ বিশ্বাস আছে যে নিউটন কর্তৃক মাধ্যাকর্ষণতত্ত্ব আবিষ্কৃত হইবার পূর্ব্বে পৃথিবীতে কেহই এই মহত্তত্ত্বের বিষয় কিছু মাত্র অবগত ছিলেন না। সূর্য্যসিদ্ধান্ত নামক প্রসিদ্ধ সংস্কৃত গ্রন্থপ্রণেতা কিন্তু স্বীয় গ্রন্থে স্পষ্টাক্ষরে লিখিয়া গিয়াছেন যে তাঁহার পূর্ব্ব হইতেই আর্য্যঋষিগণ মাধ্যাকর্ষণতত্ত্বের স্থূলমর্ম্ম অবগত ছিলেন। সংস্কৃত-শাস্ত্রজ্ঞ বিখ্যাত পণ্ডিত সার উইলিয়াম জোন্স সাহেব তাঁহার একটি বক্তৃতায় বলিয়াছেন যে জগদ্বিখ্যাত নিউটনের অবিনশ্বর প্রতিভা অণুমাত্র লাঘব না করিয়াও ইহা মুক্তকণ্ঠে স্বীকার করা যাইতে পারে যে তাঁহার জন্মগ্রহণ করিবার সহস্রাধিক

---

* Gravitation or Universal Attraction.

† Gravity, a particular case of Universial Attraction.

বৎসর পূর্ব্বে রচিত আর্য্যগ্রন্থে তদাবিষ্কৃত বহুবিধ বৈজ্ঞানিক-তত্ত্বের উল্লেখ দেখিতে পাওয়া যায় মাধ্যাকর্ষণবলের প্রকৃতি এই যে, যে বস্তুর পিণ্ড যে পরিমাণে বৃহৎ এবং যে বস্তু যাহার যত নিকটে থাকে, তাহার আকর্ষণশক্তিও তদনুরূপ প্রবল হয় আমরা যে সমস্ত পদার্থ দেখিতে পাই তন্মধ্যে সূর্য্যের পিণ্ডই সর্ব্বাপেক্ষা বৃহৎ, এবং পদার্থমাত্রেই জড়গুণবিশিষ্ট না হইলে সূর্য্যের প্রবল আকর্ষণশক্তির দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া তৎসমস্তই সূর্য্যে সংলগ্ন হইয়া যাইত। প্রকৃতিবিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ সেই জন্যই অনুমান করেন যে গ্রহনক্ষত্রাদি সর্ব্বপ্রথমে সরল গতিতেই চালিত হইয়াছিল,—এবং জড়গুণপ্রভাবে তাহারা ঐ গতি রক্ষা করিবার প্রবণতাবিশিষ্ট,—সেই জন্যই সূর্য্যের প্রবল আকর্ষণশক্তির দ্বারা আকৃষ্ট হইয়াও তাহারা সূর্য্যে সংলগ্ন হয় না। সূর্য্যের আকর্ষণ বল, এবং তাহাদের প্রকৃতিগত জড়গুণ, এই উভয় গুণের একত্র সংযোগ দ্বারা একটি নূতন বল সমুদ্ভূত হয় যদ্দারা তাহারা সূর্য্যকে বেষ্ঠন করিয়া ঘুরিয়া বেড়ায়, এবং তাহাকেই গ্রহমণ্ডল * বলে

যে ফলপতনের সূত্র ধরিয়া নিউটন মাধ্যাকর্ষণতত্ত্ব আবিষ্কার করিয়া অমরত্ব লাভ করিয়াছেন, তৎসম্বন্ধে এইরূপ কিংবদন্তি আছে যে একদিন তিনি ক্লান্ত হইয়া একটি উদ্যানে বসিয়া বিশ্রামলাভ করিতেছিলেন এমন সময় তাঁহার সম্মুখে একটি

* Orbit

আপেল ফল বৃক্ষ হইতে ভূপতিত হয়। এই আপেলটি পতিত হইবা মাত্রই তাঁহার মনে উদয় হইল যে, এই আপেল ঊর্দ্ধগামী না হইয়া অধোগামী হইল কেন? ইহার অবশ্যই কোন গূঢ়তত্ত্ব আছে। প্রত্যহইত আমাদের সমক্ষে বৃক্ষ হইতে রাশি রাশি ফল পতিত হয়, কিন্তু কে কবে তাহার কারণ অনুসন্ধান করিবার জন্য অগ্রসর হইয়া তৎফলে এইরূপ একটি বৈজ্ঞানিক মহতত্ত্বের আবিষ্কার করিয়া জগতে চিরস্মরণীয় হইতে পারিয়াছেন? নিউটনের ন্যায় উর্ব্বরমস্তিষ্ক ভিন্ন তোমার আমার মস্তিষ্ক হইতে কি এরূপ অনুপম চিন্তাস্রোত উদ্ভূত হওয়া সম্ভব? যে ফল পতনের সূত্র ধরিয়া মাধ্যাকর্ষণতত্ত্বের আবিষ্কার হইয়াছিল তাহা পৃথিবীর আকর্ষণশক্তির দ্বারাই সংঘটিত হয়। সমস্ত পদার্থই পৃথিবীর আকর্ষণশক্তির প্রভাবে আকৃষ্ট হইয়া তদভিমুখে আনত হয়। যে গতির দ্বারা প্রত্যেক পদার্থ পৃথিবী অভিমুখে আনত হয় তাহাকে অধোগতি এবং তদ্বিপরীত গতিকে ঊর্দ্ধ-গতি বলা যায়। পৃথিবীর আকর্ষণবল না থাকিলে অধোগতি বলিয়া কোন একটি গতিই থাকিত না। পৃথিবীর আকর্ষণশক্তির সহায়তা লাভ করা যায় বলিয়াই অধোগতি অনায়াসসাধ্য, এবং ঐ বল প্রতিকূল আচরণ করে বলিয়াই ঊর্দ্ধগতি মাত্রেই আয়াস-সাধ্য। পাঠক যদি কখন শৈলভূমে বিচরণ করিয়া থাকেন তাহা হইলে অবশ্যই জানেন যে, পাহাড়ের "চড়াই" কিরূপ আয়াস-সাধ্য এবং নামিয়া আসা কিরূপ সহজসাধ্য। ভৌতিকপদার্থ

মাত্রেই পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া প্রত্যেক পদার্থের ভার * সংস্থাপন করে। পৃথিবীর আকর্ষণবলই প্রত্যেক পদার্থের ভারকেন্দ্র পৃথিবী অভিমুখে আনত করিয়া রাখে। পৃথিবীর আকর্ষণবল না থাকিলে কি প্রাণিজীব, কি ভৌতিকপদার্থ, কাহারই নিম্নদেশে আসা সম্ভব হইত না, সমস্তই শূন্যমার্গে অবস্থিতি করিত।

স্থান পরিবর্ত্তন করাকে গতি বলে। একটি ফল বৃক্ষে অবস্থিতি করিতেছিল, বৃক্ষ হইতে ভূপতিত হইল—অর্থাৎ ঐ ফল স্থান পরিবর্ত্তন করিল, সুতরাং ঐ পতনশীল ফল গতিবিশিষ্ট। তুমি একটি লৌহগোলককে চালিত করিলে (গড়াইয়াদিলে), যদ্দারা ঐ লৌহগোলক গতিবিশিষ্ট হইল। তুমি হাওড়াষ্টেশনে একখানি বাষ্পীয়রথে শয্যা বিস্তার করিয়া সমস্ত রাত্রি সুখে নিদ্রা গেলে, এবং কোন আয়াস না করা সত্ত্বেও বাষ্পীয়রথের গতির দ্বারা পরদিন প্রাতে ৺ কাশীধামে আসিয়া পৌঁছিলে; যখন তুমি একস্থান হইতে স্থানান্তরে নীত হইলে, তখন তুমি অবশ্যই গতিশীল। অপিচ তোমার সহিত ঐ বাষ্পীয়রথে নানাবিধ পণ্যদ্রব্যাদিও হাওড়া হইতে কাশীধামে আসিয়া পৌঁছিল, সুতরাং ঐ সকল দ্রব্যাদিও গতিশীল। পুনরপি বিজ্ঞানবিৎপণ্ডিতগণ অকাট্য প্রমাণ দ্বারা প্রতিপন্ন করিয়াছেন যে আমরা

* Gravity.

যে পৃথিবীতে বাস করি তাহাও গতিশীল। তাঁহারা পৃথিবীর দুইটি গতি আছে বলিয়া স্বীকার করেন। যে গতির দ্বারা পৃথিবী নিজ মেরুদণ্ডকে একবার প্রদক্ষিণ করে, তাহাকে উহার আহ্নিক গতি বলে, এবং ঐ কাল ব্যাপিয়া সময়কে একদিবস (দিবা রাত্রি) বলে। এবং যে গতির দ্বারা পৃথিবী সূর্য্যকে একবার প্রদক্ষিণ করে, তাহাকে উহার বার্ষিক গতি বলে, এবং ঐ কাল ব্যাপিয়া সময়কে এক বৎসর বলে। পৃথিবীর সূর্য্যকে একবার প্রদক্ষিণ করিতে ৩৬৫ দিন ৬ ঘণ্টা কাল সময় লাগে, এবং প্রতি চারি বৎসরে এই ছয় ঘণ্টা যোগ করিয়া প্রত্যেক চতুর্থ বৎসরে একদিন অতিরিক্ত গণনা করা যায়, অর্থাৎ ৩৬৬ দিন * গণনা করা যায়। পৃথিবীই সমস্ত পার্থিব পদার্থের আধার,—আধার গতিশীল হইলে আধেয় মাত্রেই অবশ্য গতিশীল হইবে, সেই জন্য কোন পদার্থকেই সম্পূর্ণরূপে গতিহীন বলা যাইতে পারে না, সকল পদার্থই গৌণরূপে গতিশীল বলিয়া স্বীকার করিতে হয়। কিন্তু সচেতন এবং অচেতন পদার্থের গতির তারতম্য এই যে সচেতন পদার্থ মাত্রেরই গতি ইচ্ছাধীন †, অর্থাৎ ইচ্ছামত যথাতথা গমন করিতে পারে। অচেতন পদার্থ মাত্রেই

---

* Leap year. উত্তর-পশ্চিম ও পাঞ্জাব প্রভৃতি স্থানে চান্দ্রিকমাস গণনা করাই প্রচলিত এবং সৌর মাসের (বৎসরের) সহিত সামঞ্জস্য রাখিবার জন্য ঐ সকল স্থানে প্রতি বৎসরে এক মাস করিয়া "মলমাস" বলিয়া যোগ করিয়া লওয়া হয়।

† Voluntary.

তদ্বিপরীতে কোন একটি বলের দ্বারা চালিত না হইলে গতিবিশিষ্ট হয় না, জড়অবস্থাতেই বর্ত্তমান থাকে।

বৃক্ষ হইতে ফল পতন হওয়ার গতি প্রাকৃতিক বলের দ্বারা চালিত হয় পতনশীল পদার্থ মাত্রেরই গতি প্রতি সেকেণ্ডে বৃদ্ধি হয়, অর্থাৎ প্রথম সেকেণ্ডে ১০ হাত দূর পতন হইলে দ্বিতীয় সেকেণ্ডে ৪০ হাত, * তৃতীয় সেকেণ্ডে ৯০ হাত †, পতন হইবে; এইরূপ হারে প্রতি সেকেণ্ডে বৃদ্ধি হইতে থাকিবে। বৃক্ষ হইতে ফল পতনের গতিকে সরল গতি বলে, এবং চক্রের ঘূর্ণমান গতিকে বক্রগতি বলে কোন একটি গতির দ্বারা যে পরিমাণ দূর অতিক্রম করিতে পারা যায় তাহাকে ঐ গতির বেগ ‡ বলে। বাষ্পীয়রথ একমিনিটে অর্দ্ধমাইল পথ অতিক্রম করে, সেইজন্য বাষ্পীয়রথের গতির বেগ প্রতি মিনিটে অর্দ্ধমাইল বলা যায়। একটি বন্দুকের গুলি এক সেকেণ্ডে ৮০০ হাত দূর পৌঁছিতে পারে, সেই জন্য বন্দুকের গুলির গতির বেগ প্রতি সেকেণ্ডে ৮০০ হাত বলা যায় ভার অনুসারেও গতির বেগ নির্ণীত হয় কোন একটি পণ্যদ্রব্য-উত্তোলক-যন্ত্র § এক মিনিটে ১০ মণ দ্রব্য উত্তোলন করিতে পারিলে ঐ যন্ত্রের গতির বেগ প্রতি মিনিটে দশ মণ বলা

* ১০ × ২ × ২ ৪০ হাত

† ১০ × ৩ × ৩ ৯০ হাত, এরূপ হিসাবে প্রতি সেকেণ্ডে বৃদ্ধি হইতে থাকে

‡ Velocity.　　§ Crane or Derrick.

যায়। এতদ্ভিন্ন প্রত্যেক গতির বেগ দুইভাগে বিভক্তঃ—নির্দ্ধারিত-বেগ* এবং অনির্দ্ধারিতবেগ †। ঘড়ির কাঁটার গতির বেগের ন্যায় যে সমস্ত গতির বেগ সকল সময়ে এবং সকল অবস্থাতেই নির্দ্দিষ্ট-রূপে চালিত হয় তাহাকেই নির্দ্ধারিত গতি বলে, এবং অর্ণবপোতের গতির বেগের ন্যায় যাহা কখন বেগে, কখন মন্দবেগে, কখন বা মৃদুমন্দ বেগে চালিত হয় তাহাকে অনির্দ্ধারিত বা পরিবর্ত্তনশীল গতি বলে। একখানি বাষ্পীয়রথ কোন একটি ষ্টেশন্ হইতে বাহির হইয়া যে বেগে চালিত হয় তাহাকে ঐ রথের বর্দ্ধমানগতি‡ বলা যায়, এবং অন্য ষ্টেশনে উপস্থিত হইবার সময় যে বেগে চালিত হয় তাহাকে উহার ম্রিয়মাণগতি § বলে। অনির্দ্ধারিত বা পরিবর্ত্তনশীল গতিরই বর্দ্ধমান এবং ম্রিয়মানবেগ থাকে, নির্দ্ধারিত গতির বেগের ইহা থাকা সম্ভব নহে, কেন না উহা সকল সময়ে ও সকল অবস্থাতে একই ভাবে চলে।

বক্রগতি মাত্রেই মাধ্যত্যাগিবলের‖ দ্বারা পরিচালিত হয়, এবং যে বক্রগতির বেগ যেরূপ প্রবল তাহাতে এই বলও তদনুরূপ প্রবলতার সহিত প্রজুয্য হয়। বাষ্পীয়রথের গতির বেগ অত্যন্ত প্রবল, সেই জন্যই উহাতে মাধ্যত্যাগীবলও সেইরূপ প্রবলতার সহিত প্রজুয্য হয়। মাধ্যত্যাগিবলের দ্বারা চালিত গতির আধার

* Uniform Motion.
† Varied Motion.
‡ Accelerated Force.
§ Retarded Force.
‖ Centrifugal Force.

(পথ) যত অধিক সরল হইবে ততই উহাতে বিপদ সংঘটন হইবার আশঙ্কা হ্রাস হইবে এবং তদ্বিপরীতে ঐ পথ যতই অধিক বক্র হইবে ততই উহাতে বিপদ সংঘটন হইবার আশঙ্কা বৃদ্ধি হইবে। কিন্তু সমস্ত রেলপথ একায়িক সরল হওয়া কোন মতেই সম্ভব নহে, সেই জন্যই বক্র রেলপথে চালিত হইয়াও যাহাতে রথসকল সহজে রেলচ্যুত* না হয়, সেই আশঙ্কা যথাসম্ভব নিবারণ করিবার জন্যই বক্র রেলপথের যে পার্শ্বের রেল বক্রাংশের মধ্যবিন্দুর নিকটবর্ত্তী † তাহা এরূপ ক্রমনিম্ন ভাবে সংস্থাপন করা হয়, যদ্দ্বারা বক্র রেলপথ দিয়াও বাষ্পীয়রথ সকল যথা সম্ভব নিরাপদে যাতায়াত করিয়া থাকে। এবম্বিধ সতর্কতা অবলম্বন স্বত্ত্বেও যে সময়ে সময়ে রথে রথে সংঘর্ষণ হওয়ার কথা শুনিতে পাওয়া যায় তাহা প্রধানতঃ জড়গুণেরই কার্য্যফলে ঘটিয়া থাকে। বাষ্পীয়রথের প্রবল বেগবতী গতি হঠাৎ কোন প্রতিরোধক বলের দ্বারা রুদ্ধ হইলে চলিষ্ণু রথসকল জড়গুণ প্রভাবে অগ্রসর হইবার প্রয়া পায়, এবং তজ্জন্যই রথে রথে সংঘর্ষণ হয় (ধাক্কা লাগে), এব তুল্যগুরুত্বগুণের ‡ বিপর্য্যয় বশতঃই রথ সকল রেলচ্যুত হয়।

আমরা কোন বস্তু আধারস্থিত দেখিলে তাহা ঐ "আধারে রক্ষিত হইয়াছে" এই রূপই বলিয়া থাকি, কিন্তু বস্তুতঃ ঐ পদার্থের

* Out-rail.

† The inner rail nearer the centre of the curve.

‡ Equilibrium of Forces.

যায়। এতদ্ভিন্ন প্রত্যেক গতির বেগ দুইভাগে বিভক্ত—নির্দ্ধারিত-বেগ* এবং অনির্দ্ধারিতবেগ †। ঘড়ির কাঁটার গতির বেগের ন্যায় যে সমস্ত গতির বেগ সকল সময়ে এবং সকল অবস্থাতেই নির্দ্দিষ্ট-রূপে চালিত হয় তাহাকেই নির্দ্ধারিত গতি বলে, এবং অর্ণবপোতের গতির বেগের ন্যায় যাহা কখন বেগে, কখন মন্দবেগে, কখন বা মৃদুমন্দ বেগে চালিত হয় তাহাকে অনির্দ্ধারিত বা পরিবর্ত্তনশীল গতি বলে। একখানি বাষ্পীয়রথ কোন একটি ষ্টেশন্ হইতে বাহির হইয়া যে বেগে চালিত হয় তাহাকে ঐ রথের বর্দ্ধমানগতি‡ বলা যায়, এবং অন্য ষ্টেশনে উপস্থিত হইবার সময় যে বেগে চালিত হয় তাহাকে উহার ম্রিয়মাণগতি § বলে। অনির্দ্ধারিত বা পরিবর্ত্তনশীল গতিরই বর্দ্ধমান এবং ম্রিয়মানবেগ থাকে, নির্দ্ধারিত গতির বেগের ইহা থাকা সম্ভব নহে, কেন না উহা সকল সময়ে ও সকল অবস্থাতে একই ভাবে চলে।

বক্রগতি মাত্রেই মাধ্যত্যাগিবলের দ্বারা পরিচালিত হয়, এবং যে বক্রগতির বেগ যেরূপ প্রবল তাহাতে এই বলও তদনুরূপ প্রবলতার সহিত প্রযুজ্য হয়। বাষ্পীয়রথের গতির বেগ অত্যন্ত প্রবল, সেই জন্যই উহাতে মাধ্যত্যাগীবলও সেইরূপ প্রবলতার সহিত প্রযুজ্য হয়। মাধ্যত্যাগিবলের দ্বারা চালিত গতির আধার

* Uniform Motion.

† Varied Motion.

‡ Accelerated Force

§ Retarded Force.

Centrifugal Force.

সমোদ্ভূত বলের দ্বারা গতির বেগ বিভিন্ন প্রকারে পরিবর্ত্তিত হয়। কোন একটি পদার্থে এককালে দুইটি সমপ্রকৃতির তুল্য-প্রবল বলের প্রয়োগ করিলে ঐ পদার্থ কোনও বলের দ্বারাই চালিত হয় না, উহা স্থির বা জড় ভাবেই থাকে দুইটি অসম-প্রকৃতির তুল্যপ্রবল বল প্রযুক্ত হইলেও একই প্রকার ফল হয়, অর্থাৎ একটি বল অপর বলটিকে প্রতিহত করায় ঐ পদার্থ স্থির বা জড় ভাবেই থাকে। কিন্তু দুইটি বলের মধ্যে একটি সমধিক প্রবল হইলে ঐ পদার্থ প্রবল বলেরই অনুসরণ করে কোন পদার্থে এককালে সমপ্রকৃতির দুইটি বা ততোধিক বলের প্রযোগ করিলে উহা কোন বলেরই অনুসরণ না করিয়া তদুদ্ভূত বলেরই অনুসরণ করে। একখানি নৌকায় এককালে তিন চারিজন দাঁড়ি গুণ টানিলে, ঐ নৌকা কোন গুণেরই অনুসরণ না করিয়া একটি বিভিন্ন পথের অনুসরণ করে একখানি বাষ্পীয়তরীর গতির বেগ ঘণ্টায় পাঁচ ক্রোশ, অর্থাৎ উহা এক ঘণ্টায় পাঁচ ক্রোশ পথ যাইতে পারে; এবং ঐ নদীর জোয়ারের গতির বেগ ঘণ্টায় দুই ক্রোশ; ঐ বাষ্পীয়তরী জোয়ারাভিমুখে চালিত হইলে, উভয় বেগ সংযোগে ঘণ্টায় সাত ক্রোশ যাইবে। কিন্তু জোয়ারের প্রতিকূলে চালিত হইলে, জোয়ারের বেগ প্রতিহত করিবার জন্য বাষ্পীয়তরীর বেগের দুই ক্রোশ ব্যয়িত হইয় উহ তিন ক্রোশ মাত্র যাইতে পারিবে

যে বলের দ্বারা প্রত্যেক গতির বেগ প্রতিহত হইয়া ঐ

গতির বিরাম সংস্থাপন হয় তাহাকে সংঘর্ষণবল * বলে। সংঘর্ষণবল এবং বায়ুর গতির বেগ এই উভয় বেগের দ্বারা প্রত্যেক ভৌতিক পদার্থের গতির বেগ প্রতিহত হয় বলিয়াই উহাদের গতির বিরাম সংস্থাপিত হয়, নচেৎ যে কোন ভৌতিক-পদার্থ একবার কোন বলের দ্বারা চালিত হইলে জড়গুণ প্রভাবে উহা অবহমানকালই চলিষ্ণু থাকিত কোন ঢালু স্থানে কোন বস্তু রক্ষিত হইলে সংঘর্ষণ বল প্রভাবেই উহা অবিলম্বে গড়াইয়া পড়ে না। এবং ঐ বলের প্রভাবেই আমরা হস্তের দ্বারা কোন বস্তু অনায়াসেই ধারণ করিতে পারি, মুষ্টি খুলিবা মাত্র সংঘর্ষণ-বলের অভাব হইয়া ঐ বস্তু হস্তচ্যুত হয় এবং পৃথিবীর আকর্ষণ বল প্রভাবে উহা তৎক্ষণাৎ ভূপতিত হয় সংঘর্ষণবল প্রভাবেই পাট, সণ, তুলা, রেশম প্রভৃতির ক্ষুদ্র অংশসকল একত্র সংলগ্ন করিয়া (পাকাইয়া) দড়ী, সূতা প্রভৃতি নানবিধ অত্যাবশ্যকীয় বস্তু প্রস্তুত হয়, এবং ঐ বলের অভাব হইবা মাত্র (পাক খুলিয়া গেলেই) উহাদের ক্ষুদ্র অংশ সকল বিশ্লিষ্ট হয় প্রত্যেক পদার্থেরই গতির সহিত তাহার আধারের সংঘর্ষণ হয় বাষ্পীয়রথের চক্রের সহিত রেলপথের, শকটচক্রের সহিত রাজপথের, দন্ত-বিশিষ্ট যন্ত্রাদির চক্রের দন্তে দন্তে, এইরূপে প্রত্যেক গতিরই তাহার আধারের সহিত সংঘর্ষণ হইয়া ঐ গতির বিরাম সংস্থাপন হয় একখানি মসৃণ কাষ্ঠখণ্ড অপেক্ষা একখানি মসৃণ প্রস্তর-

* Friction.

খণ্ডের * উপর যে কোন বস্তু অনায়াসেই স্থানান্তর ক (সরান) যায়; এবং চক্রবিহিন গৃহোপকরণ অপেক্ষা চক্রসংল গৃহোপকরন অনায়াসেই স্থানান্তর করা যায়, তজ্জন্যই গুরুভ গৃহোপকরণ প্রায়ই চক্র সংলগ্ন করা হয়। বিলাতি গৃহোপক প্রায়ই পিত্তল বা কৃত্রিম-প্রস্তর নির্ম্মিত চক্র † সংলগ্ন করা হ আমাদের দেশে বহুপুরাতন কাষ্ঠনির্ম্মিত বৃহৎ সিন্দুকে কা চক্র সংলুগ্ন দেখিতে পাওয়া যায়। সংঘর্ষণ বলের পরিমাণা-নুসারেই প্রত্যেক পদার্থ স্থানান্তর করা আয়াস বা অনায়াসাধ্য হইয়া থাকে।

এতাবৎ ভৌতিক পদার্থ মাত্রের সাধারণ গুণেরই উল্লেখ করা হইয়াছে। কিন্তু উহাদের জাতিবিশেষের কতকগুলি প্রভেদক গুণ আছে; এস্থলে তাহারই সংক্ষেপে উল্লেখ করা যাইতেছে। পূর্ব্ব আলোচনা দ্বারা আমরা জানিতে পারিয়াছি যে, যোগাকর্ষণ বলের দ্বারা আকৃষ্ট ও সংযুক্ত হইয়াই প্রত্যেক পদার্থ গঠিত ও আকারবিশিষ্ট হয়, এবং সংশ্লেষকবলের কার্য্য প্রভাবে ঐ সকল গঠিত পদার্থের ক্ষুদ্র অংশসকল একত্র সংলগ্ন থাকে। কঠিন পদার্থ মাত্রেতেই সংশ্লেষকবল প্রবল ভাবে কার্য্য করেএবং বাষ্পীয় পদার্থ মাত্রেতেই সর্ব্বাপেক্ষা দুর্ব্বল ভাবে কার্য্য করে। কঠিন পদার্থ মাত্রেরই ক্ষুদ্রাংশ সকল এই বলের দ্বারা দৃঢ়বদ্ধ থাকে, সুতরাং এ বলকে প্রতিহত করিতে

---

* Polished marble. † Castor.

না পারিলে কঠিন পদার্থের আকার পরিবর্ত্তন করিতে পারা যায় না, সেই জন্যই কঠিন পদার্থ মাত্রকেই প্রসারিত, আকুঞ্চিত, আনত বা ভগ্ন করা নিতান্ত আয়াসসাধ্য হয়। তরল পদার্থের ক্ষুদ্রাংশ সকল ঐরূপে দৃঢ়বদ্ধ থাকে না বলিয়াই উহার অণুসকল এরূপ অব্যবস্থিত যে স্পর্শমাত্রেই তাহারা বিচ্ছিন্ন হয়। কিন্তু তরল পদার্থে সংশ্লেষকবলের কার্য্যের সম্পূর্ণ অভাবও দেখা যায় না, দুইখানি কাচের দ্বারা কিঞ্চিৎ পরিমাণ পারদ পেষণ করিলে তাহা বিচ্ছিন্ন হইয়া চতুর্দ্দিকে ছড়াইয়া পড়ে বটে কিন্তু এবং ঐ চাপ স্থানান্তরিত হইবামাত্র উহা পুনঃ সংলগ্ন হইয়া স্বাভাবিক (গোল) আকারে পরিণত হয়। তরল পদার্থের পরিমাণানুসারেই উহাতে সংশ্লেষকবলের কার্য্যের তারতম্য নির্দ্ধারিত হয়। অধিক পরিমান তরল পদার্থ প্রধানতঃ আকর্ষণবলের দ্বারাই পরিচালিত হয়, সুতরাং সংশ্লেষকবল সেরূপ প্রবলতার সহিত কার্য্য করিতে পারে না। সেই জন্যই বহুপরিমাণ তরল পদার্থে আধারের অবয়বই ধারণ করে। কিন্তু অল্পপরিমাণ তরল পদার্থে সংশ্লেষকবলের কার্য্যই প্রবল থাকে, সেইজন্যই শিশীরবিন্দু বা মেঘনিসৃত বারি-বিন্দু গোল অবয়ব ধারণ করে। আকর্ষণবলের কার্য্য বহুদূর-ব্যাপী। প্রায় ১২০০০ ক্রোশ দূর হইতে পৃথিবীর আকর্ষণবল চন্দ্রকে আকৃষ্ট করিয়া চন্দ্রকিরণের দ্বারা পৃথিবীকে আলোকিত করে। সংশ্লেষকবল অতীব নিকটেই কেবল কার্য্য করিতে পারে, সেই জন্যই কোন বস্তু ভগ্ন হইলে তাহার ক্ষুদ্র অংশ-সকল আর সংলগ্ন করিয়া রাখিতে পারে না।

একই বস্তুর দার্ঢ্যের পরিমাণানুসারে সংশ্লেষকবলের কার্য্যের তারতম্য ঘটে। সচারচর ব্যবহৃত ইস্পাত অপেক্ষা অধিকতর দার্ঢ্য (পান দেওয়া)* ইস্পাতে এই বল অধিকতর প্রবলতার সহিত কার্য্য করে। পূর্ব্বেই উল্লেখ করা হইয়াছে যে, প্রত্যেক পদার্থের পরমাণুর সংযোগস্থলের ছিদ্র প্রসারিত হইয়া উহার পরমাণুদিগকে বিপ্রকর্ষণ করে, এবং উত্তাপের অভাব হইলেই ঐ ছিদ্র আকুঞ্চিত হইয়া উহার পরমাণুদিগকে সন্নিহিত করে এবং তদ্ধেতুই তাহাদের আয়তন প্রসারিত বা আকুঞ্চিত হয়। এই প্রসারণ এবং সংকোচনই প্রত্যেক পদার্থের আকার নির্দ্ধারিত করে, অর্থাৎ যে পদার্থের পরমাণু সকল উত্তাপ প্রভাবে বিপ্রকৃষ্ট হইয়া প্রসারিত হয় তাহা তরল প্রকৃতি অবলম্বণ করে, এবং যে পদার্থের পরমাণুসকল উত্তাপ অভাবে আকুঞ্চিত হইয়া সন্নিহিত হয় তাহাই কঠিন পদার্থের প্রকৃতি অবলম্বন করে। তরল পদার্থে অধিক পরিমানে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে, যদি তাহার কোন প্রকার রাসায়নিক পরিবর্ত্তন না ঘটে, তাহা হইলে উহা বাষ্পীয় প্রকৃতি অবলম্বন করে। কাষ্ঠ দগ্ধ হইলে উহা আঙ্গারে পরিণত হয়, অর্থাৎ উহার রাসায়নিক পরিবর্ত্তন ঘটিয়া উহা বিভিন্ন প্রকৃতির মৌলিকপদার্থ-বিশিষ্ট পদার্থে পরিণত হয়, সুতরাং কাষ্ঠ এবং আঙ্গার দুইটি ভিন্ন প্রকৃতির পদার্থ হইয়া দাড়ায়, কিন্তু উষ্ণতার তারতম্যানুসারে বা উষ্ণতার অভাবে জল বাষ্পে বা বরফে পরিণত

* Tempered steel.

হইলে ইহার কোনটিরই এরূপ রাসায়নিক পরিবর্ত্তন ঘটে না, সুতরাং উহাদের বাহ্যিক প্রকৃতি পরিবর্ত্তন হইলেও সমপ্রকৃতির মৌলিকপদার্থ-বিশিষ্ট থাকে। সকল পদার্থে সংশ্লেষকবল সম-প্রবলতার সহিত কার্য্য করিলে জগতে কোন প্রকার তরল বা বাষ্পীয় পদার্থের অস্তিত্ব থাকিত না, সমস্তই কঠিন পদার্থে পরিণত হইত এবং জল বায়ুর অস্তিত্ব না থাকিলে প্রাণিজীব মাত্রেরই অস্তিত্ব ও থাকিত না।

সংলগ্নশীলতা, * দার্ঢ্য †, নমনীয়তা, ‡ এবং বৃদ্ধিশীলতা, কঠিন পদার্থ মাত্রেরই এই চারিটি প্রভেদক গুণ। সংলগ্নশীলতা গুণের দ্বারা কঠিন পদার্থের ক্ষুদ্র অংশ সকল দৃঢ়বদ্ধ থাকে বলিয়াই উহা কঠিন পদার্থের প্রকৃতি ধারণ করে। লৌহ কঠিন পদার্থের একটি বিশেষ সুদৃষ্টান্ত, সেই জন্যই লৌহদণ্ডের আকার পরিবর্ত্তন করা সর্ব্বপেক্ষা আয়াসসাধ্য। কিন্তু লৌদণ্ডেরও আয়তন যে পরিমাণে বৃদ্ধি করা হয়, সেই পরিমাণে এই গুণও প্রতিহত হয়, এবং সেই জন্যই লৌহ-শলাকা অপেক্ষা লৌহ-তার সহজে ভগ্ন করা যায়। কঠিন পদার্থের আকার পরিবর্ত্তন করিতে হইলে, এককালে একটি প্রবল বল প্রয়োগ করা অপেক্ষা ক্রমিক অনতিপ্রবল বল প্রয়োগ দ্বারা অধিক ফল পাওয়া যায়। এক গাছি লৌহের তার একটি প্রবল আঘাতে ভগ্ন না হইতে

---

* Tenacity. † Hardness. ‡ Ductility.

পারে, কিন্তু দুই চারিবার আনত করিলে (ভুমড়াইলে) * উহা অনায়াসেই ভগ্ন হয়। আকার পরিবর্ত্তন শীলতাই কঠিন পদার্থের প্রধান প্রভেদকগুণ, এবং সংলগ্নশীলতা গুণের কার্য্য প্রভাবেই এই গুণের সৃষ্টি হইয়াছে

দার্ঢ্য, কঠিন পদার্থের আর একটি প্রধাম প্রভেদকগুণ, এবং এই গুণ বশতঃই ইহার "কঠিন পদার্থ" বলিয়া নামকরণ হইয়াছে দার্ঢ্যগুণ বশতঃই কঠিন পদার্থ মাত্রকেই সহজে কর্ত্তন বা চিহ্নিত করা যায় না কঠিন পদার্থ সমূহের মধ্যে হীরক সর্ব্বাপেক্ষা কঠিন, সেই জন্যই হীরক ব্যতীত আর কোন পদার্থের দ্বারাই হীরক কর্ত্তন বা চিহ্নিত করা যায় না এই গুণ বশতঃই এক রতি পরিমাণ প্লাটিনাম্ ধাতুর † দ্বারা প্রায় অর্দ্ধক্রোশ পরিমাণ লম্বা তার প্রস্তুত করা যায় কাচের দ্বারা এরূপ সূক্ষ্ম সূত্র প্রস্তুত হয় যে তদ্দ্বারা অনায়াসেই বস্ত্রবয়ন করিতে পারা যায়। গজদন্ত বা চন্দনকাষ্ঠের দ্বারা এরূপ শীতল পাটী প্রস্তুত হয় যে উহা সাধারণ শীতল পাটীর ন্যায় অনায়াসেই গুটান যায় এবং খুলিয়া ব্যবহার করা যায়। বৃদ্ধিশীলতা ‡ গুণবশতঃই ধাতব পদার্থ পিটিয়া এরূপ পাতলা পাত প্রস্তুত করা যায় যে, উহার তিন লক্ষ পাত উপর্য্যুপরি স্থাপিত হইলেও এক ইঞ্চির অধিক পুরু হয় না কিন্তু অগ্নিপ্রস্বর্ণ ব্যতীত অন্য কোন ধাতব পদার্থের দ্বারা এরূপ

---

* Traction　　† Platinum.　　‡ Malleability

পাতলা পাত প্রস্তুত করা যায় না। লৌহ নিতান্ত সূক্ষ্ম করিতে হইলে যেরূপ প্রবল উত্তাপ আবশ্যক হয়, স্বর্ণ তদপেক্ষা অধিক পরিমাণে সূক্ষ্ম করিতে হইলেও সেরূপ প্রবল উত্তাপের আবশ্যকতা হয় না।

তরল পদার্থের অণুসকল নিতান্ত অব্যবস্থিত বলিয়াই স্পর্শমাত্রেই তাহারা বিক্ষিপ্ত হইয়া যায় এবং তজ্জন্যই উহার তারল্য-গুণ সংস্থাপিত হয়। তরলপদার্থের প্রধান প্রভেদকগুণ (এবং যদ্দ্বারা উহা বাষ্পীয় পদার্থের সহিত বিভিন্ন করা যায়), এই যে তরল পদার্থ সহজেই আকার পরিবর্তন করিলেও আয়তন পরিবর্ত্তন করে না। তরল পদার্থ মাত্রেই অনুমাত্র সঙ্কোচনপ্রবণ নহে। স্বইজারলণ্ড-নিবাসী ওয়ারষ্টেড্ নামক জনৈক প্রকৃতি-বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত প্রত্যক্ষ পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন যে বহু-আয়াসে পরিশ্রুত জল * কুড়ি হাজার ভাগের একভাগ মাত্র আকুঞ্চিত করা যায়। চাপসঞ্চারিণীশক্তি † তরলপদার্থের আর একটি প্রধান প্রভেদকগুণ এবং ইহা চতুর্দ্দিকে, অর্থাৎ ঊর্দ্ধে, নিম্নে ও পার্শ্বে সমভাবেই কার্য্য করে। জলের এই গুণ আছে বলিয়াই তদ্দ্বারা সুবৃহৎ জলযন্ত্র ‡ সকল চালিত হয়। প্রত্যেক তরল-পদার্থের চাপসঞ্চারিণীশক্তি উহার উপরিভাগের বিস্তৃতি §,

---

* Distilled water

† Pressure

‡ Hydraulic Press.

§ Extent of its surface.

গভীরতা এবং গাঢ়তা দ্বারাই নির্দ্ধারিত হয়, অর্থাৎ যে পদ র্থের উপরিভাগ যত অধিক বিস্তৃত এবং উহ যে পরিম ণে গভীর তাহার চাপসঞ্চারিণীশক্তিও সেই পরিমাণে প্রবল হইবে যে কোন তরলপদার্থ জল অপেক্ষা দ্বিগুণ গাঢ়, তাহার চাপ সঞ্চারিণী-শক্তিও জল অপেক্ষ দ্বিগুণ প্রবল হইবে। গভীরতার পরিমাণা-নুসারে আকর্ষণশক্তির দ্বারা উহার চাপসঞ্চারিণীশক্তির প্রবলতা নির্দ্ধারিত হয় একটি অর্দ্ধজলপূর্ণ বোতল কাকবদ্ধ করিয়া গভীর জলে নিক্ষেপ করিলে, গভীর জলের প্রবল চাপসঞ্চারিণী-শক্তির প্রভাবে ঐ বোতলের কাক বোতলাভ্যন্তরে নিহিত হইয়া ঐ বোতল জলপূর্ণ হইবে। জলের চাপসঞ্চারিণীশক্তির আবিষ্কারক পাস্কেল্ সাহেব একটি সুবৃহৎ পিপা জলপূর্ণ করিয়া তন্মধ্যে একটি ২০ হাত লম্বা নল মগ্ন করিয়া ঐ নল জলপূর্ণ করেন ঐ নল জলপূর্ণ করিবার পরক্ষণেই ঐ পিপার নিম্নদেশ হইতে বেগে জলনির্গত হইতে থাকে ঐ নলমধ্যস্থ জলের পরিমাণ অল্প হইলেও নলটির দৈর্ঘের পরিমাণ ২০ হাত বলিয়া তন্মধ্যস্থ জলের চাপও ২০ হাত গভীর জলের চাপের তুল্য প্রবল হইয়াছিল, এবং চাপসঞ্চারিণীশক্তির রীত্যনুসারে ঐ চাপ স্তরে স্তরে বৃদ্ধি পাইয়া পিপার নিম্নদেশে সর্ব্বাপেক্ষ প্রবল হওয়ায় উহ হইতে বেগে জল নির্গত হইয়াছিল চাপসঞ্চারিণীশক্তি প্রথম স্তর অপেক্ষা দ্বিতীয় স্তরে দ্বিগুণ, তৃতীয়স্তরে তিন গুণ, এইরূপ হারে বৃদ্ধি পাইয়া নিম্নস্তরেই সর্ব্বাপেক্ষা প্রবল হয়

ইতিপূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে চাপসঞ্চারিণীশক্তি চতুর্দ্দিকেই তুল্যপ্রবলতার সহিত কার্য্য করে, এবং স্তরে স্তরে বৃদ্ধি পাইয়া নিম্নস্তরেই সর্ব্বাপেক্ষা প্রবল হয়। ঐ চাপ নিম্নস্তরে পঁহুছিবা মাত্র তাহা পুনরায় উর্দ্ধগামী হয়, যদ্দারা জলের ভাসাইবারশক্তি ■ উৎপন্ন হয়। অন্যান্য প্রাকৃতিক বলের ন্যায় এই বলও কতকগুলি নির্দ্দিষ্ট নিয়মের দ্বারা পরিচালিত হয়। জলে নিক্ষিপ্ত পদার্থের আয়তনের ভার তত্তুল্যায়তন জলের ভার অপেক্ষা অধিক হইলে ঐ পদার্থ আকর্ষণশক্তির প্রভাবে নিম্নদেশে নীত হয়। তদ্বিপরীতে জলনিক্ষিপ্ত পদার্থের আয়তনের ভার তত্তুল্যায়তন জলের ভার অপেক্ষা লঘু হইলে, জলের ভাসাইবারশক্তি প্রভাবে ঐ পদার্থ সন্তরণ করে, এবং জলনিক্ষিপ্ত পদার্থের আয়তনের ভার তত্তুল্য আয়তন জলের ভারের সমতুল্য হইলে, জলের ভাসাইবারশক্তি, আকর্ষণশক্তিকে প্রতিহত করায় ঐ পদার্থের তুল্যগুরুত্ব সংস্থাপন হইয়া উহা ডুবিয়াও যায় না, সন্তরণও করে না; ভারহীন পদার্থের ন্যায় ভাসিয়াই থাকে। প্রত্যেক তরলপদার্থের গাঢ়তানুসারেই তাহার ভাসাইবার শক্তির প্রবলতা নির্দ্ধারিত হয়। লৌহ জলে নিক্ষেপ করিবা মাত্র উহা ডুবিয়া যায়, কিন্তু পারদে নিক্ষেপ করিলে ভাসমান থাকে। আয়তনানুসারে লৌহ অপেক্ষা পারদ গুরুভার পদার্থ, সেই জন্যই পারদে নিক্ষিপ্ত লৌহ উহাতে নিমগ্ন হয় না, ভাসমানই থাকে। পদার্থের গঠনা-

■ Buoyancy of water.

নুসারে উহার আয়তনের ভার তত্তুল্যায়তন জলের ভার অপেক্ষা লঘু হইলেও ঐ পদার্থ ভাসমান থাকে। একখানি কাঁসি যে পরিমাণ জল স্থানান্তরিত করে (সরাইয়া দেয়) তাহার ভার ঐ কাঁসির ভার অপেক্ষা অধিক, সেই জন্যই কাঁসি ভাসমান থাকে। সন্তরণ করাও এই প্রাকৃতিক নিয়মের অধীন। মৎস্যের পাখার নিম্নদেশাভ্যন্তরে একটি বায়ুস্থলী * সংস্থাপিত আছে বলিয়াই, তাহারা ইচ্ছামত উহা প্রসারিত ও আকুঞ্চিত করিয়া অনায়াসেই ভাসিতে ও ডুবিতে পারে। অপর সমস্ত জীব-জন্তুরই সন্তরণ করা প্রকৃতিগত গুণ, সেই জন্যই তাহাদের মনুষ্যের ন্যায় সন্তরণ শিক্ষা করিতে হয় না। অপরাপর জীবজন্তুর তুলনায় মনুষ্যের দেহভার অপেক্ষা মস্তকের (মস্তিষ্কের) ভার অধিক, সেই জন্যই সন্তরণ-অপটু মনুষ্য জলমগ্ন হইলে ডুবিয়া যায়। কিন্তু মনুষ্যেরও দেহভার তত্তুল্যায়তন জলের ভার অপেক্ষা লঘু, সেই জন্য সামান্য চেষ্টা করিলেই মানুষ মাত্রেই জলের উপর ভাসমান থাকিতে পারে। কিন্তু সচরাচর কোন ব্যক্তি জলমগ্ন হইবামাত্র চিত্তবৈকল্য ঘটিয়া যেন কোন একটি কাল্পনিক বস্তুর আশ্রয় গ্রহণ করিবার জন্য ব্যাকুল হইয়া হস্তোত্তলন করে, যদ্দ্বারা তত্তুল্যায়তন জলের ভার হ্রাস হইয়া দেহভার বৃদ্ধি হয় এবং তদ্বশতঃ ঐ ব্যক্তি ডুবিয়া যায়। ভাসমান হইবামাত্র চিত্ত স্থির রাখিয়া কোন মতে চিত হইতে পারিলেই আর শ্বাসক্রিয়ার

* Air bladder, চলন ভাসায় ইহাকে পটপটী বলে।

কোন প্রকার ব্যাঘাত ঘটে না, সুতরাং অপেক্ষাকৃত দীর্ঘকাল ভাসমান থাকা সম্ভব হয়, এবং তন্মধ্যে কোন প্রকার সাহায্য প্রাপ্ত হইলেই সন্তরণ-অপটু লোকেরও জীবন রক্ষা হইতে পারে। "হাঁকু পাঁকু" না করিয়া স্থির থাকিতে পারিলেও অপেক্ষাকৃত অধিকক্ষণ জীবন রক্ষা হয়। কৃশব্যক্তি অপেক্ষা স্থূলকায়ব্যক্তির পক্ষে দীর্ঘকাল ভাসমান থাকা সম্ভব। সন্তরণশিক্ষার্থীদিগের পক্ষে রবার বা কর্কনির্ম্মিত বায়ুস্থলী* ব্যবহার করা বিশেষ নিরাপদ। নিতান্ত লবণাক্ত জলে ডুবিবার আশঙ্কা অপেক্ষাকৃত অল্প।

উপরিভাগ সমতল রাখা তরলপদার্থ মাত্রেরই একটি প্রধান প্রভেদকগুণ। অল্পপরিমাণ জলেই (তরলপদার্থে) এই গুণ স্পষ্টতঃ দেখিতে পাওয়া যায়। নদী বা সমুদ্রের সমগ্র জলরাশি নিয়ত সমতল থাকা সম্ভবপর নহে। সমুদ্রের জলরাশি কিয়দংশ করিয়া এমন ভাবে ক্রমনিম্ন হইয়া যায় যে উহা কার্য্যতঃ এবং দৃশ্যতঃ সমতল বলিয়াই অনুমিত হয়। যতক্ষণ কোন একটি জলরাশি আকর্ষণবলের দ্বারা পরিচালিত হয় ততক্ষণই উহার তুল্যগুরুত্ব সংস্থাপন রহিয়া উহার উপরিভাগ সমতল থাকে, কিন্তু অন্য বলের কার্য্যাধীনে আসিবা মাত্র ঐ পদার্থের তুল্যগুরুত্বের বিপর্য্যয় ঘটে, সুতরাং উহার উপরিভাগ সমতল থাকে না। আকর্ষণবলের

* Air-belt or cork girdle.

দ্বারাই তরল পদার্থের তুল্যগুরুত্ব সংস্থাপিত হয়। উপরিভাগ সমতল রাখিবার প্রবণতা বশতঃই পর্ব্বতশৃঙ্গের হিমানীরাশি গলিয়া সমতল ভূমিতে গড়াইয়া আইসে এবং তথায় নদনদীতে পরিণত হয়। পর্ব্বতশৃঙ্গ হইতে হিমানীরাশি গলিয়া একটি সামান্য জল-রেখায় পরিণত হইয়া যে কি আশ্চর্য্য কৌশলে উহা সুবৃহৎ নদনদীতে পরিণত হয়, তাহা স্বচক্ষে না দেখিলে কোনমতেই হৃদয়ঙ্গম করা যায় না। উদ্যানের অঙ্গনাদি যে ফোয়ারার দ্বারা সুশোভিত করা হয়, তাহাও এই প্রাকৃতিকনিয়মের অনুকরণ দ্বারাই সাধিত হইয়া থাকে। একটি উচ্চস্থানে জলরাশি সঞ্চিত রাখিয়া, তদ্দ্বারাই নিম্নস্থানের ফোয়ারা সকল চালিত হয়। কৈশিকাকর্ষণ * তরল পদার্থের আর একটি বিশেষ প্রভেদকগুণ। এই গুণের প্রভাবেই শর্করাখণ্ড বা চুষিকাগজের † একাংশ মাত্র জলসংলগ্ন করিলেই ক্রমে সমস্ত অংশই জলসিক্ত হয়। এই গুণের দ্বারাই দীপের সলিতা বা ল্যাম্পের পলিতা তৈল শোষণ করিয়া দীপ বা ল্যাম্প প্রজ্বলিত করে। ইহার দ্বারাই মৃত্তিকা হইতে রস শোষণ করিয়া উদ্ভিদজাতি জীবন ধারণ করে। অন্যান্য বলের ন্যায় এই বলও ভিন্ন ভিন্ন তরলপদার্থে বিভিন্ন প্রকারে কার্য্য করে। চুষিকাগজ কিম্বা শর্করা দ্বারা জল শোষিত হয়, কিন্তু পারদের দ্বারা তাহা শোষিত হয় না। সুবর্ণ এবং রৌপ্য পারদকে আকৃষ্ট করিবার

* Capillary Attraction

† Blotting paper.

শক্তিবিশিষ্ট, সুতরাং ঐ সকল ধাতবপদার্থই পারদকে আকৃষ্ট করিতে পারে

যে বলের দ্বারা তরলপদার্থ কঠিন পদার্থের ছিদ্র মধ্যে প্রবেশ করে, তাহাকে শোষণশক্তি * বলে কোন পদার্থ মধ্যে জল প্রবেশ করিলে তাহার আয়তন বৃদ্ধি হয় এবং ঐ জল নির্গত হইলে (ঐ পদার্থ শুষ্ক হইলে) তাহার আয়তন আকুঞ্চিত হয়। অনেকেই জানেন যে বহুবিধ বিলাতী, বিশেষতঃ জার্ম্মান্‌দেশজাত শীতবস্ত্র (গরম কাপড়) জল নিমজ্জিত করিয়া শুষ্ক করিলেই তাহার আযতনের বিশেষরূপ হ্রাস হয় (কমিয়া যায়)। এই কারণ বশতঃই কাঁচা বা একতলা ঘরের মেজে প্রায়ই আর্দ্র (শেঁত শেঁতে) থাকে ইতঃপূর্ব্বে পদার্থের আপেক্ষিক-গুরুত্বের বিষয় উল্লেখ করা হইয়াছে কিরূপে ঐ গুরুত্ব নির্দ্ধারিত হয় এস্থলে তাহারই সংক্ষেপে উল্লেখ করা হইতেছে। একখণ্ড স্বর্ণ তুলাদণ্ডে পরিমাণ করিয়া জানাগেল যে উহার ভার ১৯ তোলা, এবং অপর একটি পাত্রে ১৯ তোলা পরিমিত ভার জল রক্ষিত করিয়া তন্মধ্যে ঐ স্বর্ণ খণ্ড নিক্ষেপ করিয়া দেখা গেল যে উহা হইতে এক তোলা মাত্র জল উচ্ছ্বসিত হইয়াছে ; এতদ্দারা নির্দ্ধারিত হইল যে, স্বর্ণের আপেক্ষিক-গুরুত্ব জলের আপেক্ষিক গুরুত্ব অপেক্ষা ১৯ গুণ অধিক অথবা তুল্যপাত্রে উভয় পদার্থ স্থাপন করিয়া, তুলাদণ্ডে স্থাপন করিলে

* Imbibition or Absorption.

দেখা যাইবে যে, সুবর্ণের ভার ১৯ তোলা এবং জলের ভার ১ তোলা মাত্র। এতদ্দ্বারা আরও জানা যায় যে, যে সুবর্ণের আপেক্ষিকগুরুত্ব জলের আপেক্ষিকগুরুত্ব অপেক্ষা ১৯ গুণ অধিক (ভারি) নহে, তাহা কখনই অবিমিশ্র সুবর্ণ * নহে। এই প্রণালীতেই দুগ্ধ-পরিমাণ-যন্ত্রের † দ্বারা দুগ্ধের সহিত জল মিশ্রিত হইয়াছে কি না, তাহা অনায়াসেই নির্ণীত হয়। কিন্তু এতদ্দ্বারা কেবল দুগ্ধের গাঢ়ত্বই নির্ণয় করা যায়, সুতরাং যে দুগ্ধ স্বভাবতঃ বিকৃত বা যাহাতে শর্করা, বার্লি, এরারুট প্রভৃতি মিশ্রিত করা হইয়াছে, তাহা এই যন্ত্রের দ্বারা পরীক্ষা করিয়া জানা যায় না।

অন্যান্য পদার্থের ন্যায় বাষ্পীয়পদার্থেরও কতকগুলি প্রকৃতিগত গুণ আছে, যদ্দ্বারা উহাদের অন্য জাতীয় পদার্থ হইতে পৃথগ্‌ভূত করা যায়। তরলপদার্থের সহিত বাষ্পীয়পদার্থ কতকগুলি সমগুণবিশিষ্ট এবং কতকগুলি অসমগুণবিশিষ্ট। তরলপদার্থের সহিত কতকগুলি সমানগুণ আছে বলিয়াই বাষ্পীয়পদার্থকে নামান্তরে বায়ব্যতরলপদার্থও বলে। বায়ব্যপদার্থ মাত্রেরই প্রকৃতি এই যে উহার নিজ অণুসকল যথাসাধ্য বিপ্রকর্ষণ করে, সেই জন্যই বায়ব্যপদার্থ মাত্রেরই অণুসকল নিতান্ত অসংশ্লিষ্ট।

অতিশয় স্থিতিস্থাপকতা ইহার আর একটি প্রধান প্রভেদক গুণ এবং তজ্জন্যই ইহাকে নামান্তরে স্থিতিস্থাপকতাগুণবিশিষ্ট-তরল-

---

* Pure (unalloyed) gold　　† Lactometer

পদার্থও * বলা যায়। বহুপ্রসারণতা এবং অপরিমিতি স্থিতিস্থাপকতাই বায়ব্যপদার্থের প্রধান প্রভেদকগুণ। বহু প্রাচীনকাল হইতে অনেকগুলি বায়ব্যপদার্থকে মৌলিকপদার্থ বলিয়াই গণনা করা হইত। কিন্তু ইদানীন্তন পাশ্চাত্য বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ পরীক্ষা দ্বারা সেই ভ্রম দূর করিয়াছেন। প্রত্যক্ষ পরীক্ষা দ্বারা নির্ণীত হইয়াছে যে, বায়ব্যপদার্থের মধ্যে কেবল চারিটি মাত্র মৌলিক পদার্থ আছে। অম্লজান, উদজান, যবক্ষারজান এবং ক্লোরিন্ †; এতদ্ব্যতীত সমস্ত বায়ব্যপদার্থই যৌগিক পদার্থ ‡। অস্মদ্দেশীয় পণ্ডিতগণ চিরকালই বায়ুকে মৌলিকপদার্থ বলিয়াই স্বীকার করিয়া গিয়াছেন, কিন্তু পাশ্চাত্য প্রকৃতিবিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ প্রত্যক্ষ পরীক্ষা দ্বারা দেখাইয়া দিয়াছেন যে বায়ু মৌলিকপদার্থ নহে। বায়ুর গঠনোপকরণ ২০।২ ভাগ অম্লজান এবং ৭৮।৮ ভাগ উদজান, বা ভার হিসাবে ২৩ ভাগ অম্লজান এবং ৭৭ ভাগ উদজান; এই দুই মৌলিক (বায়ব্য) পদার্থ সংযোগেই বায়ু উৎপন্ন হয়। বায়ব্যপদার্থের মধ্যে দুইচারিটি মাত্র গন্ধ ও বর্ণবিশিষ্ট, তদ্ব্যতীত সমস্তই গন্ধ ও বর্ণহীন। সেই জন্যই ঐ কয়েকটিমাত্র (বর্ণবিশিষ্ট) বায়ব্যপদার্থ ব্যতীত অপর সমস্ত বায়ব্যপদার্থই দৃষ্টির অগোচর। কয়লা দগ্ধ হইয়া যে অঙ্গার-পদার্থময়-ধূম § নির্গত হয়, এবং দুর্গন্ধময় নর্দ্দমা হইতে যে গন্ধকের গন্ধ-

* Elastic fluid.

† Chlorine.

‡ Compound substance.

§ Carbonic Oxide.

যুক্তবায়ব্যপদার্থ * নির্গত হয় এইরূপ দুইচারিটি বায়ব্যপদার্থ অতীব অনিষ্টজনক, এমন কি প্রাণনাশক তদ্ব্যতীত আর কোন বায়ব্যপদার্থই অনিষ্টজনক নহে অম্লজান প্রাণিজীব মাত্রেরই পরম হিতকর; জীবনদায়ক বলিলেও বোধ হয় অত্যুক্তি হয় না ক্ষণেক মাত্র অম্লজানের অভাব হইলেই জীবজন্তু মাত্রেরই জীবন নাশের আশঙ্কা উপস্থিত হয় কিন্তু প্রাকৃতিক-নিয়ম মাত্রেই এরূপ ভাবে পরিচালিত হয় যে অম্লজানের ন্যায় পরমহিতকর বায়ব্যপদার্থও অপরিমিত অধিক হইলে জীবন নাশের কারণ হইয়া দাঁড়ায় যবক্ষারজানের সহিত উপযুক্ত ভাগে মিশ্রিত হইয়া অম্লজানের প্রাখর্য্যের লাঘব হইয়া উহা প্রাণিজীব মাত্রেরই পরম হিতকর হয়

তরল এবং বায়ব্য, উভয়বিধ পদার্থেরই অণুসকল নিতান্ত অব্যস্থিত কিন্তু ইহাদের মধ্যে পার্থক্য এই যে তরলপদার্থের অণুসকল সমভাবে সন্নিহিত এবং বিপ্রকৃষ্ট হয়। পক্ষান্তরে বায়ব্য-পদার্থের অণুসকল একেবারেই সন্নিহিত হয় না, কেবল বিপ্রকৃষ্ট হয় মাত্র সেই জন্যই তরলপদার্থের প্রসারণতাগুণ সীমাবদ্ধ থাকে না উভয়বিধ পদার্থেরই প্রকৃতি পরিবর্ত্তনশীল, অর্থাৎ উষ্ণতা ও শৈত্যের তারতম্যানুসারে তরলপদার্থ বায়ব্যপদার্থে এবং বায়ব্যপদার্থ তরলপদার্থে পরিণত হয় মৃদু উত্তাপ এবং চাপ, সংশ্লেষকবলের কার্য্যের সহায়তা করিয়া বায়ব্যপদার্থের অণু-

* Sulphuretted Hydrogen

সকলকে সন্নিহিত করে, সেই জন্যই উহার আয়তন আকুঞ্চিত হইয়া তরলপদার্থে পরিণত হয় কিন্তু প্রবল উত্তাপ এবং চাপ তরলপদার্থের অণুসকলকে বিপ্রকৃষ্ট করিয়া তাহার আয়তন প্রসারিত করে সেই জন্যই উহা বাষ্পীয়পদার্থে পরিণত হয় এই রূপ পরিবর্ত্তিত তরল এবং বায়ব্যপদার্থ যে সমস্ত নিয়মের অধীন, তদধীনে আনীত হয়, অর্থাৎ বায়ব্যপদার্থ তরলপদার্থে পরিণত হইলে তরলপদার্থ যে সমস্ত নিয়মের দ্বারা পরিচালিত হয় তদ্দ্বারাই পরিচালিত হয়, এবং তরলপদার্থ বাষ্পীয়পদার্থে পরিণত হইলে বায়ব্যপদার্থ যে সমস্ত নিয়মের অধীন তদ্দ্বারাই পরিচালিত হয় একসের পরিমাণ বায়ব্যপদার্থ চাপদ্বারা আয়তন আকুঞ্চিত করিলে অনায়াসেই অর্দ্ধসের পাত্রে রক্ষিত হইতে পারে, কিন্তু তরলপদার্থ সেরূপ হয় না, বহু আয়াসে কুড়ি হাজার ভাগের একভাগ মাত্র আকুঞ্চিত হইতে পারে। তরলপদার্থের তল * আছে, সেই জন্যই তরলপদার্থের দ্বারা অর্দ্ধপূর্ণ পাত্র অনায়াসেই নাড়া যায় বায়ব্যপদার্থের তল নাই, সেই জন্যই বায়ব্যপদার্থের দ্বারা অর্দ্ধপূর্ণপাত্র অবিলম্বে উহার সমস্ত স্থান অধিকার করে বায়ব্যপদার্থের আর একটি প্রধান প্রভেদকগুণ এই যে, শূন্যপাত্র বা স্থান পাইবামাত্র উহারা তাহা অধিকার করে সেই জন্যই শূন্যপাত্র বা স্থান সর্ব্বদাই বায়ুপূর্ণ থাকে।

---

* Surface.

বায়ু গন্ধ এবং বর্ণহীন স্বচ্ছপদার্থ, কিন্তু বায়ুরাশি একত্রীভূত হইলে উহা নীলবর্ণ দেখায়। অত্যুচ্চপর্ব্বতশৃঙ্গ হইতে বা ব্যোমযান আরোহণে অত্যুচ্চ স্থান হইতে দেখিলে ঐ স্থানের বায়ুর সূক্ষ্মতা-বশতঃ নিম্নদেশ কৃষ্ণবর্ণ দেখায়। বায়ব্যপদার্থের একপ্রকার অসীম প্রসারণতা গুণ দেখিয়া হঠাৎ ভ্রম হইবার সম্ভাবনা যে, বায়ব্য-পদার্থ মাত্রেই আকর্ষণবলের দ্বারা চালিত হয় না কিন্তু পৃথি-বীর আকর্ষণবলের দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া নভোবায়ু পৃথিবীতেই আবদ্ধ থাকে, পৃথিবী ছাড়িয়া স্থানান্তরে যাইতে পারে না ; এই তত্ত্ব অব-গত হইবামাত্রই এই ভ্রম দূর হইবে। বায়ু নিতান্ত লঘু পদার্থ হইলেও তাহার যৎকিঞ্চিৎ ভার আছে বায়ু অপেক্ষা জল ৭৭০ গুণ ভারি, অর্থাৎ তুল্যপাত্র, জল এবং বায়ুপূর্ণ করিয়া তুলাদণ্ডে স্থাপন করিলে, জলের ভার ৭৭০ তোলা হইলে বায়ুর ভার ১তোলা মাত্র হইবে বায়ু একেবারেই আকর্ষণবলের অধীন না হইলে, বায়ুর কখনই এই ভার থাকিত না, কেননা আকর্ষণবলের দ্বারাই প্রত্যেক পদার্থের ভার সংস্থাপন হয় বায়ব্যপদার্থের মধ্যে উদ-জানই সর্ব্বাপেক্ষা লঘু পদার্থ ; সেই জন্যই উদজানপূর্ণ একটি বৃহৎ থলে নিজ ভার ব্যতীত দুইচারি মণ অন্য ভার লইয়া শূন্য-মার্গে বিচরণ করিতে পারে এবং ইহাকেই ব্যোমযান বা বেলুন* বলে

আকর্ষণবলের আলোচনা করিবার সময় বলা হইয়াছে

* Baloon

যে পৃথিবীর আকর্ষণবলের দ্বারা আকৃষ্ট হইয়াই সমস্ত পদার্থ পৃথিবী অভিমুখে আনীত হয়। ব্যোমযান ঐ বলকে প্রতিহত করিয়া বায়ুমার্গে বিচরণ করে দেখিয়া ভ্রম হইতে পারে যে, উহা ঐ বলের অধীন নহে। ফল কথা জলের ন্যায় বায়ুরও ভাসাইবার শক্তি আছে। ঐ শক্তি, জলের ভাসাইবার শক্তির ন্যায় সমপ্রবল না হইলেও তদ্দ্বারা মেঘ, উদজান প্রভৃতি বায়ু অপেক্ষা লঘু পদার্থ বায়ু সাগরে ভাসমান হয়। ব্যোমযান, ধূম বা উদজান পূর্ণ থাকে, এবং সেই জন্যই উহা অনায়াসেই নভো-বায়ুতে বিচরণ করিতে পারে। ব্যোমযান আরোহী, ব্যোমযান ছাড়িয়া দিয়া শীঘ্র নামিয়া আসিবার জন্য একপ্রকার ছাতা* ব্যবহার করেন, যাহা বায়ুর দ্বারা চালিত হইয়া ব্যোমযান পরি-ত্যক্ত ব্যক্তিকে ভূমির নিকটবর্ত্তী করিয়া দেয়। ব্যোমযান বায়ুর দ্বারাই চালিত হয়; ব্যোমযানারোহী উহা নিজ অভিমতে চালাইতে পারে না,—সেই জন্যই রঙ্গদৃশ্যের জন্যই প্রায় ব্যোমযান ব্যবহৃত হয়। অধুনা কখনও কখনও ব্যোমযান দড়ি দ্বারা আবদ্ধ করিয়া † তদ্দ্বারা শত্রু পক্ষীয়ের সৈন্যসংখ্যা ও সৈন্যের গতি প্রভৃতি নির্ণয় করিবার জন্য ও ব্যবহৃত হইয়া থাকে, এবং কখনও বা যে সকল অত্যুচ্চ স্থানের বায়ুর গতি, ভার প্রভৃতি নানাবিধ বৈজ্ঞানিকতত্ত্ব ব্যোমযান ব্যতীত নির্ণয় করা যায় না, তন্নির্ণয় করণার্থে কোন কোন প্রকৃতিবিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত ব্যোমযান ব্যবহার

* Parachute. † Captive Baloon.

করিয়া থাকেন। সাধারণতঃ ব্যোমযান ১০ হইতে ১৪ হাজার হাত পর্য্যন্ত উর্দ্ধে উঠিয়া থাকে এবং এই দূর অতিক্রম করিতে ন্যূনাধিক অর্দ্ধঘণ্টা কাল সময় লাগে। কিন্তু সেমিয়ার নামক একজন ব্যোমযান আরোহী ২৪ হাজার হাত উর্দ্ধে উঠিয়াছিলেন, এবং তথায় উপস্থিত হইয়াই জ্ঞানশূন্য হইয়াছিলেন। ঐরূপ অত্যুচ্চ স্থানের বায়ু এত অধিক সূক্ষ্ম যে, তদ্দ্বারা শ্বাসক্রিয়া সম্পন্ন হওয়া সুকঠিন।

জলরাশিকে যেরূপ সাগর বলা যায়, বায়ুরাশিকেও সেইরূপ (বায়ু) সাগর বলা যায়। যে বায়ু দ্বারা প্রাণিজীব মাত্রেরই শ্বাসকার্য্য সম্পন্ন হয়, যদ্দ্বারা পক্ষিজাতি মনের উল্লাসে আকাশমার্গে যথেচ্ছ বিচরণ করে, এবং যদ্দ্বারা সমুদ্রের জল সূর্য্যরশ্মি দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া মেঘে পরিণত হয় এবং ঐ মেঘ গগনমণ্ডল আচ্ছন্ন করে, তাহা বায়ুসাগরের একটি ক্ষুদ্র শাখা মাত্র। মহাসাগর যেরূপ স্বভাবতঃ স্থির ও গম্ভীর, বায়ুসাগরও স্বভাবতঃ সেইরূপ স্থির ও গম্ভীর। কিন্তু উভয়ই কোন প্রকার প্রাকৃতিক বলের দ্বারা বা কোন স্থানীয় কারণের দ্বারা আলোড়িত হইলে বজ্রনাদ করিয়া সংহারমূর্ত্তি ধারণ করে এবং উভয়েই একবার সংহারমূর্ত্তি ধারণ করিলে নানাবিধ অনিষ্ট সাধন করে। ইতিপূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, উদজান এবং অম্লজান এই দুইটি মৌলিকপদার্থ সংযোগে বায়ু উৎপন্ন হয়। অমিশ্র বায়ুর উপকরণ এই দুইটি মাত্র মৌলিকপদার্থ হইলেও, আমরা সচরাচর যে

বায়ু সেবন করি তাহাতে যাবতীয় প্রাণিজীবের প্রশ্বাস নির্গত বায়ুর সহিত এবং জান্তব ও উদ্ভিদ পদার্থের পচন এবং উৎসেচন প্রক্রিয়ার দ্বারা যে বিষবৎ আঙ্গারঅম্ল নির্গত ও উৎপন্ন হয় তৎসমস্তই মিলিত হয়, এবং উহার পরিমাণ সাধারণতঃ ঐ বায়ুর দশ সহস্র ভাগের তিন হইতে ছয় ভাগ দাঁড়ায়

ইদানীং প্রায় সমস্ত প্রধান প্রধান সহরেই বহুসংখ্যক বাষ্পীয় যন্ত্র চলিতেছে, এবং তন্নির্গত আঙ্গারাম্লও বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইতেছে। পাশ্চাত্য রাসায়নতত্ত্ববিৎ পণ্ডিতগণ সবিশেষ আলোচনা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে, ইউরোপখণ্ডে বাষ্পীয়যন্ত্র হইতে, ৫০০ কোটী জীবদেহ হইতে একবৎসরে প্রশ্বাস নির্গত বায়ুর সহিত যে পরিমাণ আঙ্গারাম্ল নির্গত হয়, তত্তুল্য পরিমাণ আঙ্গারাম্ল প্রতিদিন নির্গত হইয়া বায়ুর সহিত মিশ্রিত হয় এক লণ্ডন নগরেই এত অধিক বাষ্পীয়যন্ত্র চলে যে, জনৈক ভিন্ন দেশীয় লোক ঐ নগরে উপস্থিত হইয়াই বলিয়াছিলেন যে, লণ্ডন নগরকে “নগর” না বলিয়া একটি ধূমপিণ্ড * বলিলেই বোধহয় ভাল হয় আঙ্গারাম্ল প্রাণিজীব মাত্রেরই পক্ষে এরূপ বিষবৎ যে উহা অল্প মাত্রায় বৃদ্ধি হইলেও জীবন নাশের আশঙ্কা উপস্থিত হয় কিন্তু প্রাকৃতিক নিয়ম মাত্রেই এরূপ সুকৌশলের দ্বারা পরিচালিত হয় যে এরূপ অধিক পরিমাণে আঙ্গারাম্ল বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়াও তদ্দ্বারা বিশেষ কোন প্রকার অনিষ্ট সাধন হয় না প্রাকৃতিক নিয়মের

* Mass of smoke.

অদ্ভুত কৌশলপ্রভাবে এতৎসমস্ত আঙ্গারাম্ল উদ্ভিদজাতির দ্বারাই শোষিত হয় এবং তাহারা তৎপরিবর্ত্তে প্রাণিজীবের জীবনদায়ক অম্লজান প্রদান করে। এতদ্ব্যতীত স্থান কাল প্রভৃতি অবস্থানুসারে বায়ুর সহিত কিয়ৎপরিমাণে আর্দ্রতাও মিশ্রিত হয়, সেই জন্যই গ্রীষ্মকাল অপেক্ষা বর্ষাকালের বায়ু অধিক পরিমাণে আর্দ্র থাকে এবং উচ্চস্থান অপেক্ষা নিম্নস্থানের বায়ু অধিকতর আর্দ্র থাকে। এই আর্দ্র (জলকণিকা মিশ্রিত) বায়ুকেই আমরা চলিত ভাষায় "ঠাণ্ডা বাতাস" বলিয়া থাকি।

জলের ন্যায় বায়ুও চাপসঞ্চারিণী শক্তিবিশিষ্ট এবং বায়ুর চাপও জলের চাপের ন্যায় স্তরে স্তরে বৃদ্ধি হইয়া নিম্ন স্তরেই সর্ব্বাপেক্ষা প্রবল হয়। এক ঘনইঞ্চি পরিমাণ স্থানের বায়ুর চাপভার প্রায় /৭॥০ সের *, সুতরাং এক ঘনফুট বা ১৪৪ ঘনইঞ্চি পরিমাণ স্থানের বায়ুর চাপভার প্রায় ২৭ মণ, কিন্তু বায়ুর চাপভার এরূপ অধিক হইলেও, ইহা ঊর্দ্ধে, নিম্নে এবং পার্শ্বে সমভাবে কার্য্য করে বলিয়াই আমরা ঐ চাপভার আদৌ অনুভব করিতে পারি না। বায়ুর এই চাপভারকে নভোবায়ুর চাপভার † বলে, এবং একঘন ইঞ্চি পরিমাণ স্থানের বায়ুর চাপভারকে এক নভোবায়ুর চাপভার ‡ বলে। সমস্ত বায়ব্যপদার্থের চাপভার একই প্রকার। বায়ুমানযন্ত্রের § দ্বারাই বায়ুর চাপভারের পরিমাণ

* 15 lbs.

† Atmospheric pressure.

‡ Pressure of one atmosphere.

§ Barometer.

নির্ণীত হয়। বায়ুমানযন্ত্রও তাপমান যন্ত্রের ন্যায় এক প্রকার পারদ নির্ম্মিত যন্ত্র, যাহা বায়ুর চাপের দ্বারাই পরিচালিত হয়, অর্থাৎ তাপমানযন্ত্রের পারদ যে রূপ উত্তাপের হ্রাস বৃদ্ধির সহিত অধঃ বা ঊর্দ্ধগামী হয়, বায়ুর চাপভারের হ্রাস বৃদ্ধির সহিত বায়ুমানযন্ত্রের পারদও সেইরূপ অধঃ বা ঊর্দ্ধগামী হয়। তরল পদার্থের মধ্যে পারদই সর্ব্বাপেক্ষা অধিক গাঢ়; বায়ুর যে চাপের দ্বারা জল ৩৪ ফুট্ ঊর্দ্ধে উঠিবে, তদ্দ্বারা পারদ ৩০ ইঞ্চিমাত্র ঊর্দ্ধে উঠিবে, তজ্জন্যই এবম্বিধ সমস্ত যন্ত্রই পারদসংযোগে নির্ম্মিত হয়। উত্তাপের হ্রাস বৃদ্ধির সহিত নভোবায়ুর চাপভারের সামঞ্জস্য রক্ষিত হয়, অর্থাৎ কোন স্থানের উত্তাপ বৃদ্ধি হইলেই ঐ উত্তাপ নিকটবর্ত্তী স্থান সমূহে ব্যাপ্ত হইয়া ঐ সকল স্থানেরও নভোবায়ুর চাপভারের হ্রাস হয়। পৃথিবীর সমস্ত স্থানের উত্তাপ একই প্রকার হইলে, সমস্ত নভোবায়ুর চাপভারও একই প্রকার হইত, কিন্তু সকল স্থানের উত্তাপের পরিমাণ সমান নহে বলিয়াই বায়ুর চাপভারের বিভিন্নতা দেখা যায়।

বায়ুমানযন্ত্রের দ্বারা বায়ুর দুই প্রকার গতি নির্ণীত হয়। প্রথমতঃ ইহার দৈনিক সাময়িক পরিবর্ত্তন; এবং দ্বিতীয়তঃ উহার কোন প্রকার আকস্মিক বৈলক্ষণ্য বশতঃ অসাময়িক পরিবর্ত্তন। দৈনিক সাময়িক পরিবর্ত্তন নির্দ্ধারিত নিয়মের দ্বারা পরিচালিত হয়, অর্থাৎ নির্দ্ধারিত সময়েই উহার হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে। আকস্মিক পরিবর্ত্তনের কোন প্রকার নিশ্চয়তা নাই, যে কোন

কারণে বায়ুর গতির কোন প্রকার বৈলক্ষণ্য ঘটিলেই তৎসঙ্গে উহার চাপভারেরও বৈলক্ষণ্য ঘটে। একমাত্র বায়ুর চাপভারের দ্বারাই বায়ুমান যন্ত্র পরিচালিত হয়, সুতরাং উপর্য্যুপরি দুই তিন দিন ধরিয়া বায়ুমানযন্ত্রের পারদ কোন একটি নির্দ্দিষ্ট রেখায় অবস্থিতি করিলে ঐ নির্দ্দিষ্ট পরিবর্ত্তন ঘটিবার একপ্রকার নিশ্চয়তা বলিয়াই জানা যায়; কিন্তু হঠাৎ কোন প্রকার পরিবর্ত্তন ঘটিলে কোন প্রকার নির্দ্দিষ্ট পরিবর্ত্তন ঘটিবার নিশ্চয়তা জানা যায় না, কেবল "এরূপ ঘটিবার সম্ভাবনা" এই মাত্র বলা যাইতে পারে। বায়ু-মানযন্ত্রের পারদের গতি যে সমস্ত প্রধান প্রধান পরিবর্ত্তন নির্দ্দেশ করে, নিম্নে তাহার একটি সংক্ষিপ্ত তালিকা দেওয়া হইল।

বায়ুমানযন্ত্রের পারদ ৩০½ ইঞ্চি নির্দ্দেশ করিলে আকাশ সম্পূর্ণ পরিষ্কার থাকিবার সম্ভাবনা বুঝায়।

" " ২৯ ইঞ্চি নির্দ্দেশ করিলে প্রবল ঝটিকা হইবার সম্পূর্ণ সম্ভাবনা বুঝায়।

" " ২৯½ ইঞ্চি নির্দ্দেশ করিলে অধিক বৃষ্টি হইবার সম্পূর্ণ সম্ভাবনা বুঝায়।

" " ২৯¾ ইঞ্চি নির্দ্দেশ করিলে প্রবল ঝটিকা বা বৃষ্টি হইবার সম্ভাবনা বুঝায়।

" " ৩০ কোন প্রকার পরিবর্ত্তনের সম্ভাবনা বুঝায়, কিন্তু কি পরিবর্ত্তন, তাহা নিশ্চয় কিছু বুঝা যায় না।

বায়ুমানযন্ত্রের পারদ ৩০৬ ইঞ্চি নির্দ্দেশ করিলে আশু কোন
প্রকার (অনিশ্চিত) পরিবর্ত্তনের
সম্ভাবনা বুঝায়

,, ,, ৩১ ইঞ্চি নির্দ্দেশ করিলে শুষ্ক বায়ুস্রোত
বহিবার সম্ভাবনা বুঝায়

এতদ্ব্যতীত বায়ুমানযন্ত্রের দ্বারা যে কোন স্থানের উচ্চতাও নির্ণয় করা যায়, উপরিউক্ত ঘটনাবলীর ন্যায় "হইবার সম্ভাবনা মাত্র" বলা যায় তাহা নহে, উচ্চতার প্রকৃত পরিমাণই বলা যায়। সাধারণতঃ ৩০০ হাত উচ্চে উঠিলে বায়ুমানযন্ত্রের পারদ এক ডিগ্রী পতিত হয়। কিন্তু অত্যুচ্চ স্থানের বায়ুর অত্যন্ত সূক্ষ্মতাবশতঃ এই সাধারণ নিয়মের কিঞ্চিৎ বৈলক্ষণ্য ঘটে অন্যান্য বিষয়ের মতামতের ন্যায় নভোবায়ুর সীমা সম্বন্ধেও বিজ্ঞানতত্ত্ববিৎ পণ্ডিতদিগের মধ্যে বিলক্ষণ মতভেদ দেখিতে পাওয়া যায়। কিন্তু নভোবায়ুর সীমা লইয়া পণ্ডিতদিগের মত বিরোধের সহিত আমাদের কোন সম্বন্ধ নাই। সাধারণতঃ ৯০ হইতে ১৩০ মাইল পর্য্যন্ত উচ্চস্থান ব্যাপিয়া নভোবায়ুর সীমা সংস্থাপন করা হইয়া থাকে।

বায়ুমানযন্ত্রের আবিষ্কার হইবার কিছু দিন পরেই বায়ুনিষ্কাশনযন্ত্রের * আবিষ্কার হয়। এই যন্ত্রের সাহায্যে ইচ্ছামত যে কোন পাত্রের বায়ুনিষ্কাশন করা যায় কিন্তু কোন পাত্রেরই সমুদয় বায়ু নিষ্কাশন করা যায় না, অল্পাংশ স্বতঃই বর্ত্তমান থাকে।

* Air pump.

কিন্তু উহার অম্লজান অংশ বিলুপ্ত হইয়া উদজান অংশমাত্র বর্ত্তমান থাকে, তজ্জন্যই উহা অত্যন্ত লঘু * হয়, এবং প্রবল উত্তাপ প্রয়োগ দ্বারা উদজানেরও অধিকাংশ নিষ্কাশিত হয়। কিরূপে নানাবিধ নূতন যন্ত্রের আবিষ্কার করিয়া তদ্দ্বারা নানাবিধ উপায়ে অর্থোপার্জ্জন করিতে হয়, ইউরোপবাসীরাই তাহা জানেন। প্রায় একশত বৎসর হইল বায়ুনিষ্কাশনযন্ত্রের আবিষ্কার হইয়াছে, এবং ঐ যন্ত্র আবিষ্কার হইবার অল্পকাল পর হইতেই ঐ যন্ত্র সাহায্যে টিন্ নির্ম্মিত পাত্রের বায়ুনিষ্কাশন করিয়া তন্মধ্যে নানাবিধ রন্ধন করা দ্রব্যাদি স্থাপন পূর্ব্বক তন্মধ্যে যাহাতে কোন মতে বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে এইরূপে ঐ সকল পাত্র বদ্ধ করিয়া † উহা পৃথিবীর প্রায় সকল স্থানেই বিক্রিত হইতেছে, এবং তদ্দ্বারা তাহারা বিপুল অর্থ উপার্জ্জন করিতেছে। ইউরোপবাসীরা যেরূপ অসীম মাংসাশী এবং ব্যবসায় উপলক্ষে তাঁহারা যেরূপ পৃথিবীর সকল স্থানেই বাস করিতেছেন, এইরূপ রন্ধন করা মাংসাদি না পাইলে তাঁহারা ঐ সকল স্থানে কোন মতেই বাস করিতে পারিতেন না সুতরাং ব্যবসায়ের দ্বারাও ঐরূপ বিপুল অর্থ উপার্জ্জন করাও তাঁহাদের ভাগ্যে ঘটিয়া উঠিত না। অপর আর একটি যন্ত্রের দ্বারা বায়ু ঘনীভূত ‡ করা যায় এবং এই যন্ত্রের দ্বারাই সোডাওয়াটার লেমনেড্ প্রভৃতি প্রস্তুত হয়।

* Rarified.
† Hermatically sealed.
‡ Condensing pump.

বৃহৎ নদনদীর সেতু নির্ম্মাণ করিতে হইলেও, এই যন্ত্রের দ্বারা তন্মধ্যস্থ বায়ু ঘনীভূত করিয়া তথায় পিল্‌পাদি গাঁথা হয়। এরূপ উপায় অবলম্বন করিতে না পারিলে ঐ জাতীয় পূর্ত্তকার্য্য সম্পন্ন হওয়া এক প্রকার অসম্ভব হইত বলিলেও বোধহয় অত্যুক্তি হয় না।

বায়ুনিষ্কাশনযন্ত্র এবং জলনিষ্কাশনযন্ত্র উভয়ই একই বৈজ্ঞানিক প্রণালীতে পরিচালিত হয়। জলনিষ্কাশনযন্ত্রের দ্বারা জল-সেচন কার্য্য অতি সুচারুরূপে সম্পন্ন হয়। বাষ্পীয় বা অর্ণব-পোত জলপূর্ণ হইলে এই যন্ত্র সাহায্যে জলসেচন করিয়াই উহা জলমগ্ন হওয়ার সমূহ বিপদ হইতে রক্ষা পায়। সামান্য পরিবর্ত্তন এবং প্রচুর পরিমাণে বলপ্রয়োগ দ্বারাই জল নিষ্কাশনযন্ত্র * অগ্নিনির্ব্বাণযন্ত্রে † পরিণত করা যায়, এবং তদ্দ্বারা অনেক সময়ই বহুসংখ্যক লোকের জীবন অপিচ তাহাদের বাসস্থান এবং পণ্যদ্রব্যাদি অগ্নির ধ্বংশকারিগ্রাস হইতে রক্ষা করা হয়। একটি সুনির্ম্মিত অগ্নিনির্ব্বাণযন্ত্র আটজন লোকের দ্বারা চালিত হইলে তদ্দ্বারা ৬০।৬৫ হাত উচ্চস্থান পর্য্যন্ত জল সেচন করা যায়। স্বর্ণকার বা কর্ম্মকার অগ্নি প্রজ্জ্বলিত করিবার জন্য যে "জাঁতা" ব্যবহার করে তাহাও ক্ষুদ্রাকারে বায়ুনিষ্কাশনযন্ত্রের প্রণালীতেই চালিত হয়। জলযন্ত্র যেমন জলের চাপ দ্বারা চালিত হইয়া তদ্দ্বারা

* Water pump.

† Fire-engine.

নানাবিধ কল চালিত হয়, বায়ুযন্ত্রও সেইরূপ বায়ুর চাপের দ্বারা চালিত হয়, এবং উভয় যন্ত্রের দ্বারা নানাবিধ কার্য্য সম্পন্ন হয়। উভয় যন্ত্রেরই কার্য্যপ্রণালী একই প্রকার হইলেও বায়ুযন্ত্রের একটি বিশেষ অসুবিধা এই যে উহা জলযন্ত্রের ন্যায় ইচ্ছমত চালান যায় না, বায়ুর অপেক্ষায় বসিয়া থাকিতে হয় জল-যন্ত্র মাত্রেই যে কোন একটি নদীর তীরে স্থাপিত হইলেই সকল সময়ই চলিতে পারে।

প্রাকৃতিক এবং রাসায়নিক বলসমূহের সংক্ষেপ আলোচনা এক প্রকার শেষ হইল, এক্ষণে দেখা যাউক, ঐ সমস্ত বল বা তাহার কোনটির অভাব হইলে, কিম্বা ন্যূনাধিক পরিমাণে ইতর বিশেষ ঘটিলে, তদ্দ্বারা বিশেষ কোন সুবিধা হইত কি অসুবিধা ঘটিত। এই ক্ষুদ্র পুস্তিকায় সমস্ত বলের আলোচনা করিবার স্থান নাই, সুতরাং দুই একটি মাত্র প্রধান প্রধান বলেরই দোষ গুণ আলোচনা করিয়া তাহার ফলাফল দেখান যাইবে প্রাকৃতিক-বলের মধ্যে ইতর বিশেষ নাই, কিন্তু আমরা সচরাচর আকর্ষণ-বলকেই সর্ব্বপ্রধান বল বলিয়া থাকি প্রথমে দেখা যাউক, এই বল বর্ত্তমান না থাকিলে আমাদের কি বিশেষ সুবিধা হইত। ছাদের আলিসা বা বারান্দার কিনারায় অসাবধানে দাঁড়াইলে বা বসিলে আকর্ষণবলের কার্য্যপ্রভাবে এখন যেরূপ অনেক সময়ই ভূপতিত হইতে হয়, তদ্রূপ ঘটিত না। আকর্ষণবলের কার্য্য-প্রভাবে শৈলভূমি বা ঐ রূপ কোন উচ্চস্থানে আরোহণ করিতে

হইলে অত্যন্ত কষ্ট হয়, আকর্ষণবলকে প্রতিহত করিতে না হইলে ঐ রূপ কষ্ট কখনই হইত না। আকর্ষণবল বর্ত্তমান আছে বলিয়াই এই জাতীয় কতকগুলি অসুবিধা ভোগ করিতে হয়। পক্ষান্তরে, আকর্ষণবল না থাকিলে, কি ভয়ানক ব্যাপার হইত, তাহাও একবার চিন্তা করা যাউক। আকর্ষণবল পৃথিবীকে স্বস্থান সংলগ্ন করিয়া রাখে; আকর্ষণবল না থাকিলে সূর্য্যের (প্রবল আকর্ষণবলের) দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া পৃথিবীও অন্যান্য গ্রহ নক্ষত্রাদির ন্যায় গগনমণ্ডলেই বিচরণ করিত। আকর্ষণ-বল চন্দ্রকে আকৃষ্ট করিয়া রাখে বলিয়াই, আমরা চন্দ্রালোক দেখিতে পাই, আকর্ষণবল না থাকিলে চিরদিনই অন্ধকার রজনী থাকিত। আকর্ষণবল না থাকিলে শৈলভূমি বা অন্য কোন উচ্চস্থানে সহজে আরোহণ করা যাইত বটে, কিন্তু একবার উঠিলে আর কোনমতেই ঐ স্থান হইতে নামিতে পারা যাইত না। ঐ স্থানে বা শূন্যেই চিরকাল থাকিতে হইত। গৃহোপকরণসকল গৃহতলে না থাকিয়া কতক ছাদে কতক বা শূন্যেই অবস্থিতি করিত। সুপকফল ও বৃক্ষচ্যুত হইয়া ভূপতিত হইত না, শূন্য-মার্গেই অবস্থিতি করিত, সুতরাং তাহারও আস্বাদন পাওয়া যাইত না।

সংশ্লেষকবল কঠিন পদার্থমাত্রের ক্ষুদ্র অংশসকল দৃঢ়বদ্ধ করিয়া রাখে বলিয়াই উহাদের আকার পরিবর্ত্তন করা নিতান্ত আয়াস সাধ্য। সংশ্লেষক বল না থাকিলে, অনায়াসেই কঠিন

পদার্থের আকার পরিবর্তন করা যাইত। অবশ্য ইহা একটি বিশেষ সুবিধার কথা বটে। কিন্তু সংশ্লেষকবল না থাকিলে যে জগৎসংসার বলিয়া একটা পদার্থই থাকিত না, যে কোন পদার্থ গঠিত হইবামাত্রই তাহার ক্ষুদ্র অংশ সকল বিশ্লিষ্ট ও বিচ্ছিন্ন হইয়া যাইত, সুতরাং পৃথিবীও থাকিত না, জীব জন্তু ও থাকিত না, গৃহ বা গৃহোপকরণও থাকিত না, কেবল স্তূপীকৃত ধূলিরাশি মাত্র বর্ত্তমান থাকিত। সংশ্লেষকবল যেরূপ অবস্থায় বর্ত্তমান আছে, ইহা অপেক্ষা কিঞ্চিন্মাত্র প্রবল হইলেও বিষম বিপদ ঘটিত। সমস্ত পদার্থেরই ক্ষুদ্র অংশ সকল কঠিন পদার্থের ন্যায় দৃঢ়বদ্ধ হইলে, তরল বা বায়ব্যথপদার্থের অস্তিত্ব থাকিত না; এবং জল বায়ু অভাবে প্রাণিজীব মাত্রেরই অস্তিত্বও থাকিত না। সংঘর্ষণবল আছে বলিয়াই গুরুভার দ্রব্য স্থানান্তরিত করা কষ্ট-সাধ্য হইয়া থাকে, সংঘর্ষণবল না থাকিলে উহাও লঘু দ্রব্যের ন্যায় অনায়াসেই স্থানান্তরিত করা যাইত। কিন্তু সংশ্লেষকবল না থাকিলে হিমাদ্রির অসীম হিমানীরাশি গলিয়া এককালে ভূপতিত হইত এবং তাহার স্রোতে সমস্ত পৃথিবী ভাসিয়া যাইত। ক্রমনিম্নস্থান মাত্রেই কোন দ্রব্য রাখিলে, উহা তৎক্ষণাৎ গড়াইয়া পড়িত। রাসায়নিকবল বর্ত্তমান না থাকিলেও তুল্যরূপ বিপত্তি ঘটিত। রাসায়নিকবল বর্ত্তমান না থাকিলে, কোন সংযুক্ত পদার্থই গঠিত হইত না, সুতরাং জগৎসংসার বলিয়া কোন একটি পদার্থও থাকিত না, কেবল কতকগুলি মৌলিকপদার্থ এবং

দুই চারিটি মাত্র ধাতবপদার্থ বর্ত্তমান থাকিত, তদ্ভিন্ন আর কিছুই বর্ত্তমান থাকিত না। রাসায়নিক বল না থাকিলে আগ্নেয় পদার্থ অম্লজানের সহিত মিলিত হইতে না এবং অগ্নিও কোন স্থলে প্রজ্বলিত হইত না। প্রাণিজীবেরও অস্তিত্ব থাকিত না, জীব-দেহের ভিন্ন ভিন্ন উপাদান বিশ্লিষ্ট ও বিচ্ছিন্ন হইয়া কতক বায়ুর সহিত মিলিত হইত এবং কতক ভূতলে পতিত হইত। এখন জানা গেল যে, কেবল একটি প্রাকৃতিক বল রাসায়নিক বলের লোপ দূরে থাকুক বর্ত্তমান অবস্থান অণুমাত্র ইতর বিশেষ হইলেই সৃষ্টি নাশের আশঙ্কা ঘটিত।

দ্বিতীয় অধ্যায়।

শব্দ।

শব্দ বহনকরা বায়ুর একটি প্রধান গুণ। বায়ুসাগরের তরঙ্গের গতির দ্বারাই শব্দপ্রচার হয়, অর্থাৎ একস্থান হইতে স্থানান্তরে নীত হয়। ঐ শব্দতরঙ্গ প্রাণিজীবের কর্ণপটহে আঘাত করায় উহা শ্রবণ গোচর হয়। গতির বিষয় আলোচনা করিবার সময় গতি অর্থে "স্থান পরিবর্ত্তন করা" বলা হইয়াছে; এই অর্থ অবশ্যই চলিষ্ণু গতির সম্বন্ধেই ব্যবহার্য্য, তরঙ্গায়িত বা আকম্পিত গতির * সম্বন্ধে ব্যবহার্য্য নহে। একটি ঘূর্ণ্যমান লাটিম একই স্থানে ঘুরিয়া বেড়ায়, স্থান পরিবর্ত্তন করে না, অথচ ঐ লাটিম যে গতিশীল তাহার আর সন্দেহ নাই। একগাছি ধাতু নির্ম্মিত তারের একপ্রান্ত কাঁপাইলে অপর প্রান্তও কম্পিত হয়, সুতরাং ঐ তার স্থান পরিবর্ত্তন না করিলেও উহা গতিশীল বলিতে হইবে। আকম্পিত গতি দ্বারা কম্পায়মান পদার্থের অণু-

* Vibratory motion.

সকল একাংশ হইতে অন্যাংশে নীত হয়, সুতরাং নিগূঢ় অর্থে স্থান পরিবর্ত্তনই বুঝায়। শব্দ মাত্রই আকম্পিতগতিবিশিষ্ট। শব্দের নিকটবর্ত্তী নভোবায়ু উহার গতির বেগের পথবর্ত্তী হওয়ায়, তদ্দ্বারা আহত হয় এবং ঐ বায়ুস্তর তৎপরবর্ত্তী বায়ুস্তরকে আহত করে। এই রূপে শব্দ বায়ুদ্বারা নীত হইয়া কর্ণকুহরের নিকটবর্ত্তী হইলেই ঐ তরঙ্গ কর্ণপটহে আঘাত করে কর্ণপটহ আহত হইবামাত্র ঐ আঘাত কর্ণবিবরস্থিত কতকগুলি ক্ষুদ্র অস্থি এবং এক প্রকার তরলপদার্থের দ্বারা শব্দবাহী স্নায়ুকে আহত করে, এবং তৎপরে ঐ স্নায়ুর দ্বারা ঐ শব্দতরঙ্গ মস্তিষ্কে নীত হয়। শব্দতরঙ্গ মস্তিষ্কে নীত হইলেই উহার অর্থ প্রণিধান করা যায়, অর্থাৎ উহা কি প্রকার শব্দ তাহা বুঝিতে পারা যায়।

শব্দ তরঙ্গের আঘাতের গতি দুই প্রকার ; দ্রুত আঘাত এবং মৃদু আঘাত। শব্দতরঙ্গ বায়ুস্তরকে প্রতিসেকেণ্ডে ৫০ হইতে ২০০০০ বার পর্য্যন্ত আঘাত করে এবং ঐ আঘাতের তারতম্যানুসারেই মৃদু বা তীব্র শব্দ উৎপন্ন হয়। শব্দতরঙ্গ বায়ুস্তরকে প্রতিসেকেণ্ডে ৫০ বার মাত্র আঘাত করিলে উহার দ্বারা অতীব মৃদু শব্দ উৎপন্ন হয়, এবং আঘাতের সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে শব্দের তীব্রতাও বৃদ্ধি হয় শব্দতরঙ্গ প্রতিসেকেণ্ডে বায়ুস্তরকে ২০ হাজারবার আঘাত করিলে, উহার দ্বারা অতীব তীব্র শব্দ উৎপন্ন হয় যে শব্দতরঙ্গ তন্নিকটবর্ত্তী বায়ুস্তরকে ধারাবাহিক প্রণালীতে আহত করে না, অর্থাৎ যে আঘাতের, আঘাত ও বিরামের

সামঞ্জস্য রক্ষিত হয় না, তাহাকে অনির্দ্দিষ্ট আঘাত বলে, এবং তদ্দারাই কোলাহল উৎপন্ন হয় পক্ষান্তরে যে শব্দতরঙ্গের (আঘাতের) আঘাত এবং বিরামের সামঞ্জস্য রক্ষিত হয়, তদ্দারাই মধুর (সঙ্গীত) শব্দ উৎপন্ন হয়। অত্যুচ্চ তীব্র শব্দের প্রবল বেগবিশিষ্ট গতি দ্বারা নানাবিধ অনিষ্টোৎপাদনও হইয়া থাকে। নিকটে বজ্রনাদ বা ভীষণ কামানের ধ্বনি হইলে, কর্ণপটহ প্রবল আঘাত প্রাপ্ত হয়, এবং অনেক সময় তদ্দারা বধিরতা পর্য্যন্ত উৎপন্ন হয়। ঐ রূপ শব্দের গতির বেগদ্বারা নিকটবর্ত্তী গৃহের দরজা বা জানালার কাচ অনেক সময় চূর্ণ হয়।

এককালে একটি প্রণালীতে কতকগুলি মৃদু শব্দ উৎপন্ন হইলে কেহ কাহাকেও প্রতিহত করে না, সমস্ত গুলিই সুস্পষ্টরূপে শুনিতে ও নির্ণয় করিতে পারা যায় ঐকতানবাদনে একই সময়ে নানাবিধ বাদ্যযন্ত্র ব্যবহৃত হইলেও প্রত্যেক যন্ত্রের শব্দ (স্বর) সুস্পষ্টরূপে শুনিতে ও নির্ণয় করিতে পারা যায়। যাঁহাদের কর্ণ স্বরতাল নির্ণয়ে অভ্যস্ত তাঁহারা অনায়াসেই উহার মধ্যে কোন একটি যন্ত্র কিঞ্চিন্মাত্র বিশৃঙ্খল (বেসুর) হইলে তৎক্ষণাৎ তাহা নির্ণয় করিতে পারেন কিন্তু একটি তীব্র শব্দ উৎপন্ন হইবামাত্র তৎক্ষণাৎ সমস্ত মৃদুশব্দই বিলুপ্ত হয় বায়ু বা অন্য কোন বায়ব্যপদার্থ বর্ত্তমান না থাকিলে তথায় কোন শব্দই উৎপন্ন হইতে পারে না বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের দ্বারা কোন পাত্রের বায়ু নিষ্কাশিত করিয়া ঐ পাত্রে একটি ঘণ্টা

বাঁধিয়া ঐ ঘণ্টায় আঘাত করিলে (বাজাইলে) তাহা হইতে কোন প্রকার শব্দই উৎপন্ন হইবে না।

তরল এবং কঠিন পদার্থেরও শব্দবহন করিবার ক্ষমতা আছে। ধাতবপদার্থ নির্ম্মিত তারের দ্বারাই কথোপকথনযন্ত্র * নির্ম্মিত হয়, যদ্দ্বারা দূরে অবস্থিতি করিয়াও দুই জনে অনায়াসেই নিকটে থাকার ন্যায় মিষ্টালাপ করিতে পারেন। একখানি বৃহৎ কাষ্ঠ-খণ্ডের একপ্রান্তে কর্ণসংলগ্ন করিয়া অপর প্রান্তে শব্দ করিলে ঐ শব্দ অনায়াসেই শুনিতে পাওয়া যায়। গভীর নিশীথ সময়ে ভূমিতে কর্ণসংলগ্ন করিয়া থাকিলে সুদূরস্থিত অশ্ব পদশব্দ অনায়াসেই শুনিতে পাওয়া যায়। বায়ু অপেক্ষা ভূমির শব্দবহন শক্তির প্রবলতাবশতঃই বজ্রাঘাতের শব্দ অপেক্ষা কামানের শব্দ অধিকদূর পর্য্যন্ত শুনিতে পাওয়া যায়। জলের শব্দবহন করিবার শক্তির দ্বারাই জলনিমজ্জিত ব্যক্তি তীরের সমস্ত শব্দই সুস্পষ্টরূপে শুনিতে পায় এবং জল মধ্যে কোন প্রকার শব্দ হইলে তীরস্থিত ব্যক্তিরাও তাহা সুস্পষ্টরূপে শুনিতে পায়। নভোবায়ু সাধারণতঃ যে উত্তাপবিশিষ্ট তদ্দ্বারা শব্দ প্রতিসেকেণ্ডে ৭৪৬ হাত ১ ফুট্ দূর পর্য্যন্ত নীত হয়। ভিন্ন ভিন্ন জাতীয় বায়ব্যপদার্থের দ্বারা শব্দ বিভিন্ন পরিমাণ দূরে নীত হয়। বরফবৎ শীতল অঙ্গারাম্লবায়ুর দ্বারা শব্দ প্রতি-

* Telephone.

সেকেণ্ডে ৫৭৬ হাত দূরে নীত হয়। ঐ রূপ শীতল অম্লজান-বায়ুর দ্বারা প্রতি সেকেণ্ডে শব্দ ৭২৮ হাত ১ ফুট্ দূরে নীত হয়। ৮° ডিগ্রী সেণ্টিগ্রেড্ উষ্ণ জলের দ্বারা শব্দ প্রতিসেকেণ্ডে ৩১৩৮ হাত ১ ফুট্ দূরে নীত হয়। লৌহশলাকা দ্বারা শব্দ প্রতি সেকেণ্ডে ১১২০০ হাত দূরে এবং তাম্র শলাকার দ্বারা ১১১০০ হাত দূরে নীত হয়। কোন একটি সুদীর্ঘ লৌহশলাকার এক প্রান্তে কর্ণসংলগ্ন করিয়া অপর প্রান্তে শব্দ করিলে ঐ শব্দ বায়ু দ্বারা নীত হইয়া শুনিতে পাইবার পূর্ব্বেই লৌহশলাকার দ্বারা নীত হইয়া শুনিতে পাওয়া যায়। স্থূল কথা এই যে, বায়ব্যপদার্থ অপেক্ষা কঠিনপদার্থ অধিকতর দ্রুতবেগে শব্দবহন করিতে পারে। আলোকের গতি শব্দের গতি অপেক্ষা অধিকতর দ্রুত বলিয়াই, যে স্থলে একই সময়ে আলোক এবং শব্দ উৎপন্ন হয়, তথায় প্রথমেই আলোক দেখিতে পাওয়া যায় এবং কিছুক্ষণ পরে শব্দ শ্রুত হয়। মেঘ হইতে একই সময়ে বিদ্যুৎ এবং বজ্রনাদ উৎপন্ন হয়, কিন্তু প্রথমেই বিদ্যুদ্রেখা দেখিতে পাওয়া যায়, এবং তাহার ক্ষণেক পরে বজ্রনাদ শুনিতে পাওয়া যায়।

উত্তাপ এবং আলোকের ন্যায় শব্দও প্রতিবিম্বিত * হয়, অর্থাৎ শব্দ হইতে প্রতিশব্দ † বা প্রতিধ্বনি ‡ উৎপন্ন হয়।

---

* Reflected.

† Echo.

‡ Resonance.

দুইটি অংন্তঃশূন্য * (ফাঁপা) প্রতিফলক † কিয়দ্দূর ব্যবধানে সমরেখায় স্থাপন করিয়া তাহার একটির কেন্দ্রবিন্দুতে ‡ একটি ছোট ঘড়ী § (ট্যাক ঘড়ী) স্থাপন করিয়া অপর প্রতিফলকের কেন্দ্রবিন্দুতে কর্ণসংস্থাপন করিলে ঐ ঘড়ীর "টুক্ টুক্" শব্দ এত সুস্পষ্টরূপে শুনিতে পাওয়া যাইবে যে, ঐ ঘড়ী কর্ণে সংলগ্ন রহিয়াছে বলিয়াই হঠাৎ ভ্রম হইবার সম্ভাবনা। পর্ব্বতগুহায় কোন প্রকার শব্দ করিলে ঐ শব্দ পর্ব্বতরাজী ভেদ করিয়া নির্গত হইতে পারে না বলিয়া, অর্থাৎ ঐ শব্দের গতি রোধ হওয়ায়, উহা প্রত্যাবর্ত্তন করে, এবং তদ্ধেতু প্রতিশব্দ উৎপন্ন হয়। পর্ব্বতগুহায় একটি বন্দুকের শব্দ করিলে তৎপরেই উহার প্রতিশব্দ—উপর্য্যুপরি দুইটি শব্দ—শুনিতে পাওয়া যায়। পর্ব্বতগুহায় যে প্রতিশব্দ উৎপন্ন হয়, তাহা মূল শব্দের গতিরই অনুসরণ করে এবং তত্তুল্য বেগেই প্রত্যাবর্ত্তন করে; কিন্তু সকল প্রতিশব্দ ঐরূপ করে না। একটি অত্যুচ্চ শব্দ ৩৬ হাত ১ ফিট্ দূরে কোন প্রকার প্রতিবন্ধক পাইলেই, উহা হইতে প্রতিশব্দ উৎপন্ন হয়। মৃদু শব্দের গতি ইহার দ্বিগুণ দূরে বাধা পাইলেই প্রতিশব্দ উৎপন্ন হয়। কোন শব্দের গতি এতদপেক্ষা নিকটে বাধা পাইলে প্রতিশব্দ উৎপন্ন হয় না, অর্থাৎ দুইটি ভিন্ন ভিন্ন শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়

* Hollow.
† Reflector.
‡ Focus.
§ Watch.

না—মূলশব্দই উচ্চশব্দে পরিণত হয় মাত্র। গৃহোপকরণবিশিষ্ট গৃহ অপেক্ষা গৃহোপকরণশূন্য গৃহে সহজেই শব্দ প্রতিধ্বনিত হয়। পুরাতন গৃহ অপেক্ষা নূতন গৃহে, বিশেষতঃ "পঙ্কের কাজ করা" গৃহে, সহজেই প্রতিধ্বনি উৎপন্ন হয়। কোন শব্দের গতি উপর্য্যুপরি দুই চারিটি বাধা পাইলে, তদ্দারা এক হইতে দশ পনেরটি পর্য্যন্ত প্রতিশব্দ উৎপন্ন হয়, এবং প্রত্যেক প্রতিশব্দ মূলশব্দের অনুরূপ উচ্চ হয় এবং উহা সমভাবে সুস্পষ্টরূপে শুনিতে পাওয়া যায়। প্রতিশব্দের দ্বারা সময়ে সময়ে অনিষ্টোৎপত্তির কথাও শুনিতে পাওয়া যায়। সিসিলি দেশস্থ জারজেণ্টি নামক স্থানের উপাসনামন্দিরের যেস্থানে উপাসকেরা পুরোহিতের নিকট আত্মপাপ স্বীকার করিতেন *, ঐ স্থানে মৃদুশব্দ করিলেও তাহার প্রতিশব্দ মন্দিরের অন্যান্য স্থানে সুস্পষ্টরূপে শুনিতে পাওয়া যাইত। এইরূপ আত্মপাপ স্বীকার পুরোহিত ভিন্ন অন্য কাহারও শ্রোতব্য নহে, সুতরাং ঐরূপ পাপস্বীকার অন্যের কর্ণগোচর হওয়ায় নানাবিধ অনিষ্ট সংঘটন হইয়াছিল।

---

* খৃষ্টধর্ম্মাবলম্বীদিগের মধ্যে রোমীয় উপাসক সম্প্রদায় মধ্যে (Roman Catholic) সময়ে সময়ে উপাসনা মন্দিরে গিয়া পুরোহিতের নিকট আত্মপাপ স্বীকার করার প্রথা (Confession) প্রচলিতআছে।

তৃতীয় অধ্যায়।

উত্তাপ।

অন্যান্য শক্তির ন্যায় উত্তাপও ভৌতিকজগতের একটি প্রধান বল জীব জন্তু মাত্রেরই জীবন ধারণের জন্য অন্ন, জল, বায়ু, যেরূপ আবশ্যক, উত্তাপও তদ্রূপ প্রয়োজনীয় এবং অন্ন, জল বা বায়ুর অভাবে জীব জন্তু মাত্রেরই যেরূপ মৃত্যু ঘটিবার সম্ভাবনা, উত্তাপ অভাবেও তদ্রূপ আশঙ্কা উত্তাপের অভাব হইলে কি জীব জন্তু, কি উদ্ভিদ কাহারই প্রাণরক্ষা হয় না। অন্যান্য বৈজ্ঞানিকতত্ত্বের ন্যায় উত্তাপের উৎপত্তি সম্বন্ধেও বিজ্ঞানজগতে সময়ে সময়ে নানাবিধ মত উদ্ভাবিত হইয়াছে এবং কালে তাহা পরিত্যক্তও হইয়াছে বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতদিগের এই মতবিরোধের মীমাংসায় আমাদের অধিকারও নাই, প্রয়োজনও নাই অধুনা বিজ্ঞানজগতে উত্তাপের উৎপত্তি সম্বন্ধে দুইটি মতই প্রচলিত দেখিতে পাওয়া যায়, আমরা এস্থলে সংক্ষেপে তাহারই উল্লেখ করিব মাত্র ইহার মধ্যে প্রথম মত এই যে, এক প্রকার অতীব সূক্ষ্ম বায়ব্যপদার্থ * প্রত্যেক পদার্থ মধ্যে প্রবেশ

* Subtle imponderable fluid

করিয়া তন্মধ্যে উত্তাপ প্রক্ষেপ * করে। এই উত্তাপোৎপাদক-বায়ব্যপদার্থ † প্রত্যেক পদার্থকেই বেষ্টন করিয়া থাকে এবং উহা প্রত্যেক পদার্থ মধ্যেই প্রবেশক্ষম। কোন পদার্থ মধ্যে উহা প্রবেশ করিবা মাত্র ঐ পদার্থের উত্তাপ বৃদ্ধি হয় এবং তৎফলে উহার পরমাণুসমূহের সমসংযোগ-আকর্ষণবল প্রতিহত হয়, অর্থাৎ উহার পরমাণুসকল বিপ্রকৃষ্ট হয়। আমাদের শরীরেও এই উত্তাপোৎপাদক-বায়ব্যপদার্থ প্রবেশ করিবামাত্র আমরা উষ্ণতা অনুভব করি এবং ইহা নিঃসৃত হইবামাত্র আমাদের শরীরে শৈত্যের অনুভব হয়। এই মতাবলম্বিপণ্ডিতগণ উত্তাপকে একটি স্বতন্ত্র পদার্থ বলিয়া স্বীকার করেন।

দ্বিতীয় মত এই যে পরমাণুর প্রবল বেগবিশিষ্ট আকম্পিত-গতির ‡ দ্বারাই উত্তাপ উৎপন্ন হয় এবং যে পদার্থের পরমাণুর গতির বেগ যেরূপ প্রবল তন্মধ্যে তদনুরূপ প্রবল উত্তাপ উৎপন্ন হয়। এই মতাবলম্বিপণ্ডিতগণ উত্তাপকে একটি বিভিন্ন পদার্থ বলিয়া স্বীকার করেন না, (পদার্থের) পরমাণুর গতির কার্য্যফল মাত্র বলিয়াই স্বীকার করেন। তাঁহারা আরও বলেন যে একপ্রকার অতীব সূক্ষ্ম প্রবল-স্থিতিস্থাপকতাগুণবিশিষ্ট-আকাশময়পদার্থের §

---

* Theory of Emission.

† Heat atmosphere.

‡ Oscillating or vibratory motion.

§ Ether.

প্রবল বেগবিশিষ্ট আকম্পিতগতির দ্বারা উত্তাপ উৎপন্ন হইয়া তদ্দ্বারাই উহা এক বস্তু হইতে অন্য,বস্তুতে নীত হয়। এই আকাশময়-পদার্থ, সমস্ত পদার্থ এবং সমগ্র আকাশ বেষ্টন করিয়া থাকে এবং সমস্ত পদার্থ মধ্যেই প্রবেশ করিতে পারে। কোন পদার্থ মধ্যে ইহা প্রবেশ করিবামাত্র ঐ পদার্থের পরমাণুর গতির বেগ বৃদ্ধি হয়। আমরা সাধারণতঃ যে পদার্থের উত্তাপের হ্রাস বৃদ্ধির উল্লেখ করিয়া থাকি প্রকৃত প্রস্তাবে তাহা ঐ পদার্থের পরমাণুর গতির বেগের হ্রাস বৃদ্ধি মাত্র। এই মতকে তরঙ্গায়িতগতি * মত বলে। অধুনা বিজ্ঞানজগতে এই মতই সর্ব্বাপেক্ষা অধিক প্রচলিত। এবং অন্যান্য মত অপেক্ষা ইহার দ্বারাই উত্তাপের কার্য্যাকার্য্য অধিকতর সুস্পষ্টরূপে বুঝিতে পারা যায়। আমরাও উত্তাপের আলোচনা সম্বন্ধে এই মতেরই অনুসরণ করিব।

বিশ্বশিল্পীর অদ্ভুত শিল্পকৌশল প্রভাবে ক্ষুদ্রাদপি ক্ষুদ্রতর পরমাণুর আকম্পিতগতির বেগ দ্বারা উত্তাপ উৎপন্ন হইয়া তাহাদেরই সংযোগস্থলস্থিত ছিদ্র প্রসারিত হয় এবং তৎকারণেই পরমাণু সকল বিপ্রকৃষ্ট হইয়া কঠিন পদার্থ তরল প্রকৃতি এবং তরলপদার্থ বায়ব্য প্রকৃতি অবলম্বন করে। সামান্য উত্তাপ প্রভাবেই বরফ গলিয়া জল হয়। তদধিক উত্তাপ সংযোগে স্বর্ণ, লৌহ প্রভৃতি গলিয়া তরল প্রকৃতি অবলম্বন করে।

---

* Undulatory theory.

এতদধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে তরলপদার্থ বাষ্পীয় প্রকৃতি অবলম্বন করে। কিন্তু পরমাণুর গতির বেগের হ্রাস হইলেই উত্তাপের অভাব বশতঃ পরমাণুর সংযোগস্থলস্থিত ছিদ্র আকুঞ্চিত হইয়া পরমাণুদিগকে সন্নিহিত করে, এবং তৎকলে বাষ্পীয়-পদার্থ তরলপদার্থে এবং তরলপদার্থ কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। স্থূল কথা এই যে, উত্তাপ প্রভাবে পদার্থের দার্ঢ্যের হ্রাস এবং উত্তাপ অভাবে উহার দার্ঢ্যের বৃদ্ধি হইয়া ঐরূপ পরিবর্ত্তন ঘটে।

বস্তুবিশেষের প্রকৃতি অনুসারেই এই পরিবর্ত্তনের তারতম্য ঘটে। যে সকল কঠিন পদার্থ আর্দ্রতা শোষণ করেনা, তাহাদের সর্ব্বাঙ্গীন, অর্থাৎ দীর্ঘে, প্রস্থে, এবং গভীরতার পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয়। কিন্তু যে সকল পদার্থ আর্দ্রতা শোষণ করে, তাহাদের জলীয়াংশ বাষ্পাকারে (ছিদ্রের দ্বারা) নিঃসৃত হওয়ায় উত্তাপ সংস্পৃষ্ট অংশ আকুঞ্চিত হইয়া বক্রভাব ধারণ করে। মৃত্তিকা, কাগজ প্রভৃতি পদার্থে ইহা সুস্পষ্টরূপে দেখিতে পাওয়া যায়। উষ্ণ পদার্থ মাত্রেই পরস্পরের সহিত উত্তাপ আদান প্রদান * করে এবং তদ্দ্বারাই সমস্ত পদার্থের উত্তাপের সামঞ্জস্য সংস্থাপিত হয়। পদার্থ মাত্রেই বাহ্যিক উত্তাপ শোষণ করে। কিন্তু উষ্ণ বস্তু যে পরিমাণ উত্তাপ শোষণ করে তদপেক্ষা অধিক পরিমাণ উত্তাপ নিঃসরণ করে, এবং অনুষ্ণ বস্তু যে পরিমাণ উত্তাপ শোষণ করে

* Theory of exchange.

তদপেক্ষা অল্প পরিমাণ উত্তাপ নিঃসরণ করে, এই অলৌকিক নিয়মের দ্বারাই সমগ্র পদার্থের উত্তাপের সামঞ্জস্য সংস্থাপিত হয়। দরিদ্রকে ধন দান করিতে হয়, তাহার ধন অপহরণ করিতে নাই, ইহাই প্রাকৃতিকনিয়মের অমূল্য শিক্ষা।

সূর্য্য, অগ্নি প্রভৃতি উত্তপ্ত পদার্থ হইতে উত্তাপরশ্মি নিঃসৃত হইয়া প্রত্যেক পদার্থের বহির্দ্দেশে পতিত হয় এবং উহা তৎপরেই দুই ভাগে বিভক্ত হয়। ইহার মধ্যে একভাগ ঐ পদার্থের দ্বারাই শোষিত হইয়া উহার উত্তাপ বৃদ্ধি হয়, এবং অপর ভাগ উহা হইতে উৎপতিত হয়।[১] উত্তাপরশ্মি স্বয়ং উত্তপ্ত পদার্থ নহে, উত্তাপের পথপ্রদর্শক মাত্র, সেই জন্যই সূর্য্য বা অগ্নি হইতে উত্তাপরশ্মি নিঃসৃত হইয়া একাধিক আমাদের গাত্রে সংলগ্ন হইলে আমরা উহার যে পরিমাণ প্রাখর্য্য অনুভব করি, সামান্য একটি ব্যবধান থাকিলে আর সে রূপ করি না। ভিন্ন ভিন্ন পদার্থের উত্তাপনিঃসরণশক্তি বিভিন্ন প্রকার এবং বর্ণের দ্বারাও তাহার বিশেষ তারতম্য ঘটে। কাচের মধ্য দিয়া সূর্য্যরশ্মি বিকীর্ণ হইলে তাহার উত্তাপের প্রাখর্য্যের কোনরূপ তারতম্য ঘটে না, কিন্তু তন্মধ্য দিয়া অগ্নিরশ্মি নিঃসৃত হইলে তাহার উত্তাপের প্রাখর্য্যের হ্রাস হয়। ইংলণ্ড প্রভৃতি শীতপ্রধান দেশে সেই জন্যই অগ্নি-কুণ্ডের † সম্মুখে কাচ নির্ম্মিত ব্যবধান (পরদা) ব্যবহারের

[১] Reflect.
† Fireplace.

রীতি আছে, যদ্দ্বারা ঐ অগ্নি হইতে আলোকরশ্মি মাত্র নিঃসৃত হয়, প্রখর উত্তাপ রশ্মি নিঃসৃত হয় না ফট্‌কিরির উপর উত্তাপ-রশ্মি পতিত হইবা মাত্র তাহা ঐ পদার্থের দ্বারাই আশোষিত হয়। কৃষ্ণবর্ণের পদার্থ মাত্রেই অধিক পরিমাণ উত্তাপ আকর্ষণ ও শোষণ করে যে তাপমানযন্ত্রের * পর্ব্ব বা কন্দ † কৃষ্ণবর্ণের লেপবিশিষ্ট তদ্দ্বারা শ্বেতবর্ণের লেপবিশিষ্ট পর্ব্ব অপেক্ষা অল্প সময়ের মধ্যেই উত্তাপের পরিমাণ নির্ণয় করিতে পারা যায়। দুইটি পর্ব্ববিশিষ্ট তাপমানযন্ত্রের ‡ একটি পর্ব্ব কৃষ্ণবর্ণের এবং অপরটি শ্বেতবর্ণের লেপবিশিষ্ট হইলে, কৃষ্ণবর্ণের লেপবিশিষ্ট পর্ব্বের দ্বারা বর্দ্ধিতপরিমাণ উত্তাপ দেখিতে পাওয়া যাইবে। এই কারণ বশতঃই বিলাতি রন্ধনপাত্র মাত্রেরই বহির্দ্দেশে কৃষ্ণবর্ণের লেপ দেওয়া হয় শ্বেতবর্ণের ধাতুনির্ম্মিত মসৃণ পাত্র (রৌপ্য পাত্র) অপেক্ষা কৃষ্ণবর্ণের ধাতুনির্ম্মিত অমসৃণ পাত্রে অপেক্ষাকৃত অল্প সময়ের মধ্যে এবং অল্পপরিমাণ কাষ্ঠের দ্বারা রন্ধনকার্য্য সম্পন্ন হয়। মসৃণ মৃণ্ময়পাত্রে তরলপদার্থ শীঘ্র উষ্ণ হয় বটে, কিন্তু উহা অল্পক্ষণ মধ্যেই শীতল হইয়া যায়, সেই জন্য কোন তরলপদার্থ দীর্ঘকাল উষ্ণ রাখিতে হইলে ধাতু নির্ম্মিত পাত্রেই উষ্ণ করা বিধেয়

---

* Thermometer.

† Bulb.

‡ Differential Thermometer.

হিমানী* সর্ব্বাপেক্ষা অল্পপরিমাণ উত্তাপ আকর্ষণ ও নিঃসরণ করে অনেকেই বোধহয় শুনিয়া বিস্মিত হইবে যে, হিমানী-রাশিআচ্ছাদিতগুহা বেশ উষ্ণ থাকে হিমালয় প্রদেশের তুষার-মণ্ডিত পর্ব্বতশিখরেও ভল্লুকাদি জন্তু বাস করে শীতপ্রধান দেশে প্রবল কুজ্ঝটিকা † হইতে নবমুকুলিত উদ্ভিদ সকল রক্ষা করিবার জন্য হিমানীর দ্বারাই আচ্ছাদিত করিয়া রাখা হয়। কঠিনপদার্থ অপেক্ষা তরলপদার্থ অধিকতর উত্তাপপরিচালক ‡, সেই জন্যই কঠিনপদার্থ অপেক্ষা তরলপদার্থের নিম্নদেশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অল্পক্ষণ মধ্যেই উহা উষ্ণ হয় তরলপদার্থের ঊর্দ্ধ-দেশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহার উপরিভাগ যখন ফুটিতে থাকে তখনও নিম্নভাগ সামান্য মাত্র উষ্ণ হয় বাষ্পীয়পদার্থ মাত্রেই সহজে উষ্ণ হয় না উহার অল্পাংশ উষ্ণ হইবামাত্র আয়তন বর্দ্ধিত হইয়া উত্তাপ স্রোত শীতলাংশে পরিচালিত হয়, সুতরাং উহার কোন অংশই অধিক উষ্ণ হইতে পারে না।

কতকগুলিপদার্থ উত্তাপপরিচালক গুণবিশিষ্ট এবং কতক গুলি পদার্থ উত্তাপপরিচালক গুণহীন§ উত্তাপপরিচালক গুণ-বিশিষ্ট পদার্থের একাংশ উষ্ণ হইলে উহার সমস্ত অংশই

* Snow
† Frost
‡ Heat conductor.
§ Non-conductor of heat.

এরূপ উত্তপ্ত হয় যে, উহা স্পর্শ পর্য্যন্ত করা যায় না; কিন্তু উত্তাপপরিচালনগুণহীন পদার্থের একাংশ প্রজ্জ্বলিত অবস্থাতেও অপরাংশ অনায়াসেই হস্তের দ্বারা ধারণ করা যায়। এই গুণের তারতম্য বশতঃই একখণ্ড লৌহ বা স্বর্ণের একাংশ উত্তপ্ত হইলে উহার কোন অংশই স্পর্শ করা যায় না। কিন্তু একখণ্ড কাষ্ঠ বা অঙ্গারের একাংশ প্রজ্জ্বলিত হইলেও, তাহার অপরাংশ অনায়াসেই হস্তের দ্বারা ধারণ করা যায়। এবেসটোস * নামক পদার্থের অণুমাত্র উত্তাপপরিচালন গুণ নাই, সুতরাং ঐ পদার্থ হস্তে লেপিয়া প্রজ্জ্বলিত লৌহখণ্ড হস্তের দ্বারা অনায়াসেই ধারণ করা যায়; ঐ পদার্থের অণুমাত্র উত্তাপ পরিচালনগুণ না থাকায় প্রজ্জ্বলিত লৌহের উত্তাপও হস্তের দ্বারা অনুভূত হয় না। তৃণ, অঙ্গারচূর্ণ, করাতের গুঁড়া প্রভৃতি যে সকল পদার্থ উত্তাপ পরিচালন করে না, তদ্দ্বারা কোন উষ্ণ পদার্থ আচ্ছাদন করিয়া রাখিলে উহা দীর্ঘকাল উষ্ণ থাকে। এই গুণবশতঃই তৃণাচ্ছাদিত গৃহ শীতকালে উষ্ণ এবং গ্রীষ্মকালে শীতল থাকে। কাষ্ঠ-নির্ম্মিত গৃহে দুইস্তর কাষ্ঠপ্রাচীর স্থাপন করিয়া তন্মধ্যে শুষ্কতৃণ, করাতের গুঁড়া প্রভৃতি উত্তাপ পরিচালনগুণহীন পদার্থ রক্ষিত হইলে ঐ গৃহবাসীদিগের শীতোষ্ণের পরিবর্ত্তন জনিত কষ্ট সহ্য করিতে হয় না।

---

* Abestos.

যে সকল পদার্থের উত্তাপ আমাদের শরীরস্থ উত্তাপ অপেক্ষা অধিক, অনুভবশক্তির দ্বারা ঐ সকল পদার্থের প্রকৃত উত্তাপ অপেক্ষা অধিকতর উষ্ণ বলিয়াই ভ্রম হয়। এবং যে সকল পদার্থের উত্তাপ আমাদের শরীরস্থ উত্তাপ অপেক্ষা ন্যূন, তাহাদের প্রকৃত উত্তাপ অপেক্ষা অল্প বলিয়াই ভ্রম হয়। এতদ্ব্যতীত একই পদার্থে, একব্যক্তি উষ্ণ পদার্থ হইতে এবং অপর ব্যক্তি শীতল পদার্থ হইতে হস্ত উত্তোলন করিয়া হস্ত প্রদান করিলেই একের উষ্ণ এবং অপরের শীতলস্পর্শ বলিয়াই ভ্রম হইয়া থাকে। আমাদের স্পর্শেন্দ্রিয়ের এইরূপ ভ্রম দূর করিবার জন্যই তাপমান-যন্ত্রের সৃষ্টি হইয়াছে। তাপমানযন্ত্র একটি কাচনির্ম্মিত অন্তঃশূন্য নল। এই নলের নিম্নভাগে একটি পর্ব্ব বা কন্দ থাকে এবং ঐ পর্ব্ব এবং নলের কিয়দংশ পারদপূর্ণ থাকে। এই নলস্থিত পারদ উষ্ণতার তারতম্য অনুসারে উত্থিত ও পতিত হয়; অর্থাৎ বরফে স্থাপিত হইলে তাপমানযন্ত্রের পারদ পর্ব্বের উপরি-ভাগেই বর্ত্তমান থাকে, এবং বাষ্পে স্থাপন করিলে ঐ পারদ ঊর্দ্ধ সীমার নিকটে উত্থিত হয়। বরফে এবং বাষ্পে স্থাপন করিয়া, তাপমানযন্ত্রের ঐ অংশ কতকগুলি সমভাগে চিহ্নিত করা হয় এবং এইরূপ এক একটি চিহ্ন এক এক ডিগ্রী * উত্তাপ নির্দ্দেশ করে। এইরূপ একটি (তাপমান) যন্ত্র কোন উষ্ণ

* One degree centigrade.

পদার্থে স্থাপন করিবামাত্র ঐ পদার্থের উষ্ণতার পরিমাণানুসারে ঐ নলস্থিত পারদ চিহ্নিত স্থানে উত্থিত হইয়া ঐ পদার্থের উষ্ণতা নির্দ্দেশ করিয়া দেয়। ইহার দ্বারা আর কোনরূপ ভ্রম হইবার সম্ভাবনা থাকে না একটি উষ্ণ জলপূর্ণ বৃহৎ পাত্র হইতে অল্পাংশ মাত্র উষ্ণজল অপব পাত্রে বক্ষিত হইলে উভয় জলেরই উত্তাপের পরিমাণ সমান বলিয়া ভ্রম হইবে, কিন্তু বস্তুতঃ পদার্থের পরিমাণ অনুসারেই উত্তাপের ও পরিমাণ নির্দ্ধারিত হয়, সুতরাং বৃহৎ পাত্রস্থিত জলের উত্তাপ ক্ষুদ্র পাত্রস্থিত জলের উত্তাপ অপেক্ষা বহু পবিমাণে অধিক উত্তাপ নিরাকরণ সম্বন্ধে আমাদের এইরূপ নানাবিধ ভ্রম সচরাচর হইয়া থাকে

আমবা সচরাচর "গরম কাপড়", "ঠাণ্ডা কাপড়" প্রভৃতি কতকগুলি অর্থশূন্য শব্দ ব্যবহাব করিয়া থাকি বস্তুতঃ কাপড়ের কোন "গরমত্ব" বা "শীতলত্ব" নাই ; সকল কাপড়ই তুল্যপরিমাণ উষ্ণ। পরীক্ষা করিলেই দেখা যায় যে, গৃহতলস্থ প্রস্তরের এবং কাশ্মীরি শালের উত্তাপের পরিমাণ একই প্রকার। আমরা সচরাচর যে সকল কাপড়কে গরম কাপড় বলিয়া উল্লেখ করিয়া থাকি, তাহাদের গুণ এই যে, উহারা আমাদের দেহাভ্যন্তরস্থিত উত্তাপ রক্ষা করে, নিঃসৃত হইতে দেয় না, সেই জন্যই আমরা উষ্ণতা অনুভব করি। শাল,,বনাত, লেপ, কম্বল প্রভৃতি সেই জন্যই "গরম কাপড়" শ্রেণীভুক্ত এবং যে সকল কাপড়কে আমরা ঠাণ্ডা কাপড় বলিয়া অভিহিত করিয়া থাকি,

তাহারা ঐ উত্তাপ রক্ষা করিতে পারে না, সুতরাং আমাদের দেহাভ্যন্তরস্থিত উত্তাপ নিঃসৃত হওয়ায় আমরা শৈত্য অনুভব করি সুতরাং উহারা "ঠাণ্ডা কাপড়" শ্রেণীভুক্ত। বস্তুতঃ কাপড়ের ঠাণ্ডা গরম কিছুই নাই

শৈত্য এবং উষ্ণতার উত্তাপোৎপাদক কারণসমূহকে তিন ভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে:—প্রাকৃতিক, শিল্পোদ্ভূত* এবং রাসায়নিক। প্রাকৃতিক কারণকে পুনরায় দুইটি উপবিভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে—সূর্য্যের উত্তাপ† এবং ভূগর্ভের উত্তাপ ‡ সূর্য্য পৃথিবী হইতে ৯ ক্রোর মাইল দূরে অবস্থিতি করেন সুতরাং সূর্য্যোত্তাপের ১/২৩০০০০০০০০ ভাগ মাত্র পৃথিবীতে পঁহুছিতে পারে, তত্রাপি সূর্য্য হইতে যে উত্তাপ বিকীর্ণ হয়, তদনুরূপ প্রখর উত্তাপ আর দ্বিতীয় দেখা যায় না ভূগর্ভের উত্তাপ পৃথিবীর উপরিভাগ হইতে ক্রমিকই হ্রাস হয় এবং ঐ সীমা অতিক্রম করিবার পরেই সমাবস্থ উত্তাপ § দেখিতে পাওয়া যায় এই সমাবস্থ উত্তাপ ভিন্ন ভিন্ন স্থানে বিভিন্ন প্রকারের হইলেও এক একটি স্থানে সমভাবেই বর্ত্তমান থাকিতে দেখা যায়। এতদ্দৃষ্টে বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ স্থির করিয়াছেন যে, সূর্য্যোত্তাপ ভূগর্ভের যতদূর পর্য্যন্ত পঁহু-ছিতে পারে, ততদূর পর্য্যন্তই উত্তাপের ক্রমিক হ্রাস হইতে

---

* Mechanical.

† Solar radiation

‡ Terrestrial heat.

§ Layer of constant temperature

থাকে এবং ঐ সীমা অতিক্রম করিবার পরেই সমাবস্থ উত্তাপ-বিশিষ্ট স্থান আরম্ভ হয়। ভূগর্ভের কতক পরিমাণ স্থান ব্যাপিয়া এই সমাবস্থ উত্তাপ বর্ত্তমান থাকে। তৎপরেই পুনরায় উত্তাপ বৃদ্ধি হইতে আরম্ভ হয়। স্থূলতঃ প্রতি ৬০ হাত গভীরতায় একডিগ্রী সেণ্টিগ্রেড্ উত্তাপ বৃদ্ধি হইতে থাকে। সমাবস্থ উত্তাপবিশিষ্ট স্থানের সীমা অতিক্রম করিয়া ৬০০০ হাত দূরের উত্তাপ ১০০° ডিগ্রী সেণ্টিগ্রেড্ বৃদ্ধি হইবে। ভূগর্ভের কুড়ি বা ত্রিশ হাজার মাইল নিম্নের উত্তাপ এতই প্রখর যে তথায় সমস্ত পদার্থই গলিয়া তরল প্রকৃতি অবলম্বন করে। উষ্ণপ্রস্রবণ, আগ্নেয়পর্ব্বতের ভীষণ দৃশ্য প্রভৃতিই উহার প্রমাণস্থল।

দুইটি পদার্থ ঘর্ষণ করিলে তদ্দ্বারা উত্তাপ উৎপন্ন হয়। শীতকালে শীতল জল স্পর্শে হস্ততালু নিতান্ত শীতল বোধ হইলে, উষ্ণ করিবার জন্য আমরা সচরাচর করদ্বয় ঘর্ষণ করিয়া থাকি। করাতের দ্বারা কর্ত্তন করিলে, বা ছিদ্রকর যন্ত্রের দ্বারা ছিদ্র করিলে, বা অপর যে কোন প্রকারে দুইটি বস্তুর পরস্পর সংঘর্ষণ হইলেই উত্তাপ উৎপন্ন হয়। তরল বা বায়ব্য পদার্থ চাপপ্রয়োগ দ্বারা আকুঞ্চিত করিলে, তদ্দ্বারা উত্তাপ উৎপন্ন হয়। একখণ্ড লৌহ বা অন্য কোন ধাতব পদার্থ ক্রমাগত পিটাইলে, তদ্দ্বারাও উত্তাপ উৎপন্ন হয়, এমন কি অগ্নিদগ্ধ লৌহের ন্যায় আরক্ত বর্ণ ধারণ করে। এই সকল কারণেই সংঘর্ষণের পরিমাণানুসারেই উত্তাপের পরিমাণ নির্দ্ধারিত হয়। অনেকেই বোধহয় দেখিয়া

থাকিবেন যে পাকারাস্তায় বেগে অশ্ব ধাবিত হইলে, ঐ ঘাত প্রতিঘাতের দ্বারা * অগ্নি স্ফুলিঙ্গ নির্গত হয়।

রাসায়নিক যোগাকর্ষণ বলের দ্বারা দুইটি পদার্থের সংযোগ হইলেই তদ্দারা উত্তাপ উদ্ভূত হয়। এই সংযোগের দ্বারা যে উত্তাপ উদ্ভূত হয়, তাহার পরিমাণ তুল্য হইলেও, ঐ সংযোগ ধীরে ধীরে হইলে তদুদ্ভূত উত্তাপ অনুভূত হয় না, কেন না উহা উদ্ভূত হইবা মাত্রই বিকীর্ণ হইয়া যায়। সেই জন্যই বায়ু সংযোগে লৌহে মর্‌চে † পড়িলে তদুদ্ভূত উত্তাপ অনুভূত হয় না, কিন্তু এইরূপ সংযোগ দ্রুত হইলে তদুদ্ভূত উত্তাপ এরূপ বিকীর্ণ হইতে পারে না বলিয়াই তাহা হইতে প্রখর উত্তাপ অনুভব করা যায়।

কোন পদার্থ দগ্ধ ‡ হওয়াও রাসায়নিক যোগাকর্ষণ বলের কার্য্য, তবে ইহার বিভিন্নতা এই যে, ইহাতে উত্তাপ এবং আলোক উভয়ই উৎপন্ন হয় §। রাসায়নিক যোগাকর্ষণ বলের দ্বারা অঙ্গারের বা তৈলের অঙ্গার পদার্থ, উদজান বায়ুস্থিত অম্লজানের সহিত মিলিত হইয়াই উহা প্রজ্বলিত হয়। অগ্নি সকল পদার্থই বিনষ্ট করে এই প্রাচীনবিশ্বাস ভ্রমমূলক। প্রাকৃতিক নিয়ম এমনই সুকৌশলে চালিত হয় যে, একটি মাত্র ক্ষুদ্র পরমাণু পর্য্যন্ত বিনষ্ট হইবার নহে। অগ্নি কোন বস্তু দগ্ধ করিলে দৃশ্যতঃ উহার ধ্বংশ

---

* Impact.

† Oxidise.

‡ Combustion.

§ Evolution of heat and light.

হয বলিয়া ভ্রম হইলেও প্রকৃত প্রস্তাবে উহার ধ্বংশ হয় না, উহার মৌলিক পদার্থ নিচয় পৃথগ্ভূত হয মাত্র এবং ঐ সকল মৌলিক-পদার্থ রাসায়নিক আকর্ষণবলের কার্য্যপ্রভাবে পুনরায় যৌগিক পদার্থে পরিণত হয়, এবং তদ্দ্বারা নূতন পদার্থ সকল গঠিত হয় এতদ্দৃষ্টেই পাশ্চাত্যজগতে পরমাণুসমূহ পরমাত্মার সহিত সমকালব্যাপী এই মত উদ্ভূত হইযাছে *

দাহ্যমান পদার্থ দগ্ধ হইয়া তাহার উত্তাপের পরিমাণ অত্যন্ত বৃদ্ধি হইলেই, তাহা হইতে আলোক উৎপন্ন হয বাষ্পীয়পদার্থ অপেক্ষা সারবান্ বা কঠিনপদার্থ দগ্ধ হইয়া যে আলোক উৎপন্ন হয়, তাহার তেজঃ বা আলোক ও অধিক হয়. সেই জন্যই উদজান বা আলকোহল† দগ্ধ হইয়া মৃদু (মেড্‌মেড়ে) আলোক উৎপন্ন হয়, কিন্তু বাতি বা অঙ্গারোদ্ভূত বাষ্প দগ্ধ হইয়া অতি উজ্জ্বল আলোক উৎপন্ন করে

বৈজ্ঞানিক অর্থে উত্তাপের অভাবকেই শৈত্য বলা যায় প্রধানতঃ কঠিন পদার্থ তরলপদার্থে পরিণত হইলে, বায়ব্য-পদার্থের আযতন প্রসারিত হইলে, এবং উত্তাপ বিকীর্ণ হইলে—বিশেষতঃ রাত্রিকালে, শৈত্য উৎপন্ন হয কোন বায়ব্যপদার্থের আযতন আকুঞ্চিত করিলে যেমন উহার উত্তাপ বর্দ্ধিত হয়, সেইরূপ উহার আযতন প্রসারিত করিলেও উত্তাপের হ্রাস হয পৃথিবী

---

* Matter is co existent with Spirit, †Alcohol

দিবাভাগে যে পরিমাণে সূর্য্যের উত্তাপ গ্রহণ করে তদপেক্ষা অল্প-পরিমাণ উত্তাপ বিকীর্ণ করায় দিবাভাগ স্বভাবতঃ উষ্ণ থাকে, কিন্তু রাত্রিকালে যে পরিমাণে উত্তাপ বিকীর্ণ করে, তাহার পূরণ না হওয়ায় রাত্রিকালে শৈত্যেরই প্রাদুর্ভাব হয়। রাত্রিকালে আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকিলে শৈত্যের অপেক্ষাকৃত লাঘব হয় (উষ্ণতার বৃদ্ধি হয়), সেই জন্যই শীতকালে যে রাত্রিতে আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকে, সে রাত্রি অপেক্ষাকৃত উষ্ণ থাকে। পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে, অধিক উত্তাপ প্রয়োগে জল বাষ্পে পরিণত হয়। উত্তাপ প্রয়োগ না করিলেও কিন্তু জল বাষ্পে পরিণত হয়। একটি জল পূর্ণ পাত্র ছায়ায় রাখিলেও কিছুদিন পরে দেখা যায় যে, উহা জলশূন্য হইয়াছে। দিবাভাগে যে কেবল সূর্য্যোত্তাপের প্রভাবে নদনদী সমুদ্র প্রভৃতি জলাশয় হইতে বাষ্প উত্থিত * হয় তাহা নহে, প্রাকৃতিক নিয়মের প্রভাবে অহোরাত্রই জলাশয় হইতে বাষ্প উত্থিত হইয়া, বায়ুসাগরে মিলিত হয়। বৈজ্ঞানিক প্রণালী অনুসারে পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে, চৈত্র বৈশাখ মাসের দিবা দুইপ্রহরের সময় অগ্নিস্ফুলিঙ্গের ন্যায় যে উত্তপ্ত বায়ু প্রবাহিত হয়, তাহাও বাষ্প মিশ্রিত। অনেকেই বোধহয় বিস্মিত হইয়া অনুসন্ধিৎসু হইতে পারেন যে জলাশয়ের জল অহোরাত্র এইরূপে বাষ্পে পরিণত হইলে পৃথিবীর সমস্ত জলাশয় শুষ্ক হইয়া যায় না

* Evaporation.

তাহার কারণ এই যে, অন্যান্য প্রাকৃতিক নিয়মের ন্যায় বায়ুরও বাষ্প বহন করিবার শক্তি নির্দ্দিষ্ট সীমার অধীন। সুতরাং একটি নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ উষ্ণ বায়ু একটি নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ মাত্র বাষ্প বহন করিতেই সক্ষম, তদতিরিক্তপরিমাণ বাষ্পবহন করিতে পারে না। যে বায়ু যত অধিক উষ্ণ তাহা তদনুরূপ অধিক পরিমাণে বাষ্প বহন করিবার শক্তি বিশিষ্ট।

কোন স্থানের (পূর্ণমাত্রায়) বাষ্পপূর্ণ বায়ুর হঠাৎ কোন কারণ বশতঃ উষ্ণতার হ্রাস হইলে ঐ বাষ্পের কতকাংশ পুনরায় জলে পরিণত হয়। এইরূপে একটি (উষ্ণ) বাষ্পপূর্ণ বায়ু অপর একটি শীতল বায়ুস্রোতের সহিত মিলিত হইলে, বা ঊর্দ্ধদেশে উত্থান বশতঃ শীতল হইয়া গেলে, তাহার বাষ্প ক্ষুদ্র জলকণিকায় পরিণত হইয়াই মেঘ উৎপন্ন হয়। এবং এই সকল জলকণিকা পতনাবস্থায় অন্য বাষ্পের সহিত মিলন বশতঃ ক্রমে বর্দ্ধিতায়তন হইয়া বৃষ্টিরূপে পৃথিবীতে পতিত হয়। পতনাবস্থায় বৃষ্টি অত্যন্ত শীতল বায়ুর সংযোগে আসিলেই শীলাবৃষ্টিতে পরিণত হয়। প্রস্তর, বৃক্ষ প্রভৃতি পদার্থ সমস্ত রাত্রি উত্তাপ বিকীর্ণ করিয়া রাত্রিশেষে অত্যন্ত শীতল হয় এবং এই শীতলস্পর্শে বায়ুস্থিত বাষ্পও শীতল হইয়া শিশির বিন্দুরূপে পতিত হয়। শীতপ্রধান দেশে রাত্রিশেষে এই বাষ্প এত অধিক শীতল হয় যে, বারিবিন্দু সকল জমিয়া হিমানীতে পরিণত হয়।

পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে বিজ্ঞানবিৎপণ্ডিতগণ কল্পনা করিয়া থাকেন যে পদার্থ মাত্রেই পরমাণুর সমষ্টি মাত্র। এই পরমাণুসমস্ত নির্দ্দিষ্ট বলের দ্বারা চালিত হয়। একটি বলের দ্বারা তাহারা পরস্পরকে আকৃষ্ট করিয়া সংহিত করে, এবং অপর একটি বলের দ্বারা তাহারা পরস্পরকে বিপ্রকৃষ্ট করে। এই দুই বিপরীতগুণবিশিষ্ট বলের প্রভাবে পরমাণুসমূহ নিজ সংযোগস্থল-স্থিত ব্যবধান* মধ্যে দুলায়মান থাকে। কঠিনপদার্থ মাত্রেই প্রথমোক্ত বলের কার্য্যই প্রবল, তরলপদার্থে উভয় বলের কার্য্যের সামঞ্জস্য, এবং বায়বীয় পদার্থে শেষোক্ত বলের কার্য্যই প্রবল দেখিতে পাওয়া যায়; এবং পদার্থের তিন প্রকার প্রকৃতি হওয়া ইহারই কার্য্যফল মাত্র।

উত্তাপের প্রধান কার্য্য পরমাণুর বিপ্রকর্ষণশক্তি বর্দ্ধিত করিয়া তাহাদের প্রসারণতাগুণ† এবং গতির বেগ বর্দ্ধিত করা, অর্থাৎ পদার্থের আয়তন বর্দ্ধিত করা। শকটচক্রের নেমী খুলিয়া গেলে তাহা অগ্নি সংযোগে আরক্তবর্ণ (উষ্ণ) করিয়া চাকে সংলগ্ন করা হয়, এবং উহা শীতল হইলে আর (চক্র হইতে) খোলা যায় না। রেল বসাইবার সময়ও সেই জন্য দুইটি রেলের মধ্যে সামান্য ব্যবধান রাখা হয়, কেন না উষ্ণ হইলে উহারা মিলিত হইবে। এই সমস্ত বল সকল পদার্থে সমপ্রবলতার সহিত কার্য্য করে না

* Intermolecular space.

† Amplitude.

পিত্তলের আয়তন লৌহ অপেক্ষা অধিক পরিমাণে বর্দ্ধিত হয়। সাধারণতঃ কঠিন পদার্থ অপেক্ষা তরলপদার্থ, এবং তরলপদার্থ অপেক্ষা বাষ্পীয় পদার্থের আয়তন অধিক পরিমাণে প্রসারিত হয়।

পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, যে কোন পদার্থে উত্তাপ প্রয়োগ করিলেই তাহা উষ্ণ হয়। কিন্তু অবস্থা বিশেষে ইহা প্রমাণিত হয় না। একটি পাত্রে কতকগুলি চুর্ণীকৃত বরফ রাখিয়া তাহাতে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহার উত্তাপ "0°" পর্য্যন্ত উত্থিত হইবে, তাহার পর যতই উত্তাপ প্রয়োগ করা হউক না কেন ঐ সমস্ত বরফচূর্ণ গলিয়া জল না হওয়া পর্য্যন্ত উহা আর অধিক উষ্ণ হইবে না। পক্ষান্তরে সেইরূপ ১০০° ডিগ্রী উষ্ণ জলে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে যতক্ষণ সমস্ত জল বাষ্পে পরিণত না হয় ততক্ষণ উহার উত্তাপ বৃদ্ধি হইবে না। এক্ষণে জিজ্ঞাস্য হইতে পারে যে, এই সংযুক্ত উত্তাপ তবে হয় কি? ইহা কি বিনষ্ট হয়? না, প্রকৃতিতে কোন পদার্থই, এমনকি একটি ক্ষুদ্রতম পরমাণু পর্য্যন্ত, বিনষ্ট হয় না। তবে এই উত্তাপ হয় কি? প্রথম ক্ষেত্রে উহা একটি কঠিন পদার্থকে (বরফচূর্ণ) তরলপদার্থে (জলে) পরিণত করিতে ব্যাপৃত ছিল। এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রে উহা একটি তরলপদার্থকে (জল) বায়ব্যপদার্থে (বাষ্প) পরিণত করিবার জন্য রত ছিল। তাই ভাবুক কবি গাইয়াছেন—

"প্রকৃতি জননী যে গো, প্রকৃতি রাক্ষসী নয়"

এবং এই উত্তাপকেই পদার্থের নিহিতউত্তাপ * বলে। এই নিহিতউত্তাপ বর্ত্তমান না থাকিলে এক দিকে প্রখর সূর্য্যরশ্মি দ্বারা পর্ব্বতশিখরস্থিত অসীম হিমানীরাশি গলিয়া সমতল ভূমি রসাতল যাইত এবং অপর দিকে প্রত্যেক গরম জলের হাঁড়িতেই অগ্নিকাণ্ড হইত।

সাধারণতঃ দেখিতে পাওয়া যায় যে একই পদার্থের কঠিন অবস্থা অপেক্ষা তরল অবস্থায়, এবং তরল অবস্থা অপেক্ষা বাষ্পীয় অবস্থায়, প্রসারণতাগুণ বৃদ্ধি হয়। জলের কিন্তু একটি বিশেষত্ব আছে। বরফে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে তাহা গলিয়া পূর্ব্ব আয়তনের ½ ভাগ আয়তনে পরিবর্ত্তিত হয়। তরল হইতে বাষ্পীয় অবস্থায় পরিবর্ত্তিত হইবার সময় কিন্তু জলের আয়তন অদ্ভুতরূপে বর্দ্ধিত হয়, অর্থাৎ বাষ্পের আয়তন জলের আয়তন অপেক্ষা ১৭০০ গুণ অধিক হয়। একটি আবদ্ধ পাত্রে জল রাখিয়া তাহাতে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা ফুটিয়া † ক্রমে বাষ্পে পরিণত হয় এবং বাষ্পাকারে পরিণত হইবার সময়ে প্রভূত শক্তিশালী হয়। এই শক্তি দ্বারাই সমস্ত বাষ্পীয়যন্ত্র চালিত হয়। যে বাষ্পীয় রথে বা বাষ্পীয় তরীতে আরোহণ করিয়া এক মাসের পথ অনায়াসেই একদিনে যাওয়া যায়, তাহা এই শক্তিরই কার্য্যের প্রমাণস্থল। বাষ্পীয়যন্ত্রের আবিষ্কর্ত্তা জেম্স্ ওয়াট্ গরম

* Latent heat. † Ebullition.

জলের কেট্‌লীর ঢাকা উঠিতে দেখিয়া সেই সূত্র ধরিয়াই এই অদ্ভুত আবিষ্কার করিয়াছিলেন। জল ফুটিতে আরম্ভ হইলেই তাহা হইতে শোঁ শোঁ করিয়া এক প্রকার শব্দ উৎপন্ন হয়, ইহার দ্বারা জানা যায় যে ঐ জল বাষ্পে পরিণত হইতেছে। তাহার পর উহা হইতে শ্বেতবর্ণের ধুম নির্গত হয়, যাহাকে আমরা সচরাচর বাষ্প বলিয়া থাকি। কিন্তু উহা জলকণিকা মাত্র, বাষ্প নহে; প্রকৃত বাষ্প বায়ুর ন্যায় অদৃশ্য পদার্থ। অপর পক্ষে কোন পদার্থের উত্তাপ তিরোহিত হইলে (ঠাণ্ডা হইলে) তাহার পরমাণুর আকর্ষণশক্তি বর্দ্ধিত হইয়া ঐ পদার্থের আয়তন আকুঞ্চিত হয়, অর্থাৎ বাষ্পীয় পদার্থ তরল পদার্থে এবং তরল-পদার্থ কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। ইহাই পদার্থের উপর উত্তাপের প্রধান কার্য্য।

চতুর্থ অধ্যায়।

আলোক।

উত্তাপের ন্যায় আলোকের উৎপত্তি সম্বন্ধেও বিজ্ঞান জগতে নানাবিধ মত প্রচলিত আছে, কিন্তু বজ্ঞ নবিৎ পণ্ডিতগণের মত-পার্থক্যের ভিতর প্রবেশ করিবার আমাদের কোন আবশ্যকতা নাই উত্তাপের ন্যায় আলোকের উৎপত্তি সম্বন্ধেও "তরঙ্গায়িত"-গতি মতই এক্ষণে সর্ব্বাপেক্ষা প্রবল এবং ইহার দ্বারাই আলোকের কার্য্যাকার্য্য অধিকতর সুস্পষ্টরূপে বুঝিতে পারা যায়। সেই জন্যই অন্য কোন মতের উল্লেখ না করিয়া তরঙ্গায়িতগতি মতেরই স্থূল মর্ম্ম সংক্ষেপে বিবৃত হইল। এই মতাবলম্বিপণ্ডিতগণ বলেন যে আকাশমণ্ডল এবং সমস্ত পদার্থই একপ্রকার অতীব লঘু এবং প্রবল স্থিতিস্থাপকত্ব গুণ বিশিষ্ট বায়বীয় পদার্থের দ্বারা পরিব্যাপ্ত থাকে, যাহাকে দীপ্তিময়আকাশপদার্থ * বলে। এই দীপ্তিময়আকাশপদার্থের অণুসকল কম্পায়মানগতির দ্বারা অসীম

* Luminous Ether.

বেগে চালিত হইয়াই দীপ্তিরশ্মি উৎপন্ন করে। এই দীপ্তিরশ্মি আকাশপদার্থে* নীত হইয়া তরঙ্গায়িত গতির দ্বারা চতুর্দ্দিকে বিকীর্ণ হয়। এই দীপ্তিরশ্মি আমাদের দর্শনেন্দ্রিয়ে পতিত হইলেই সমস্ত বস্তু আমাদের দৃষ্টিগোচর হয়।

সূর্য্য, গ্রহনক্ষত্রাদি, ধূমকেতু, আগ্নেয় পদার্থ, তড়িৎ,† দীপক,‡ রাসায়নিকসংযোগ § প্রভৃতি দীপ্তিময়পদার্থনিচয় || হইতেই আমরা আলোক প্রাপ্ত হইয়া থাকি। কিন্তু কি প্রক্রিয়া দ্বারা যে সূর্য্য ও গ্রহনক্ষত্রাদি হইতে আলোকরশ্মি বিকীর্ণ হয়, তাহার কোন বৈজ্ঞানিক কারণ এ পর্য্যন্ত নির্ণীত হয় নাই। উত্তাপ হইতে আলোকরশ্মি উৎপন্ন হওয়ার প্রণালী সম্বন্ধে প্রচলিত মত এই যে, অন্ধকারময় স্থানে ৫০০° হইতে ৬০০° ডিগ্রী উত্তাপ উদ্ভূত হইলেই তাহা হইতে আলোকরশ্মি নিঃসৃত হয়, এবং ঐ উত্তাপের তেজ যতই বর্দ্ধিত হইবে ততই তন্নিঃসৃত আলোকেরও উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি হইতে থাকিবে। অঙ্গারে অগ্নি সংযোগ করিলে প্রথমে কৃষ্ণবর্ণের ধূম নির্গত হয় এবং ঐ অগ্নি প্রজ্বলিত হইলেই তাহা হইতে আলোকরশ্মি নির্গত হয়। রাসায়নিকসংযোগ দ্বারাই অগ্নি হইতে আলোকরশ্মি উৎপন্ন হয়। খদ্যোৎ প্রভৃতি পতঙ্গ এবং অপর কতকগুলি দীপকবিশিষ্ট পদার্থও সময়ে সময়ে

* Ether.

† Electricity.

‡ Phosphorous.

§ Chemical combination.

|| Luminous body.

আলোকরশ্মি বিকীর্ণ করে। এতদ্ভিন্ন কতকগুলি জান্তব এবং উদ্ভিদ পদার্থের উৎসেচন প্রক্রিয়া আরম্ভ হইলে তাহাতে কোন অজ্ঞাতপ্রণালীর দ্বারা দীপক পদার্থ উৎপন্ন হইয়া হঠাৎ তাহা হইতে আলোক উৎপন্ন হয়। গভীর রজনীতে দূরে এইরূপ আলোক দেখিয়াই বোধ হয় পল্লীগ্রামাদি স্থানে আলেয়া প্রভৃতির সৃষ্টি হইয়াছে।

আলোক নিঃসরণ শক্তির তারতম্য দেখিয়াই প্রত্যেক পদার্থকে স্বচ্ছ এবং অস্বচ্ছ এই দুইভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে। আকাশ, বায়ু, কাচ প্রভৃতি যে সমস্ত পদার্থ আলোকরশ্মির গতি-রোধ করে না, অর্থাৎ যাহার মধ্য দিয়া আলোকরশ্মি অনায়াসেই পূর্ণউজ্জ্বলতার সহিত নিঃসৃত হয়, তাহাকেই স্বচ্ছ পদার্থ বলা যায়। পক্ষান্তরে প্রস্তর বৃক্ষ প্রভৃতি যে সমস্ত পদার্থ আলোকরশ্মির গতি-রোধ করে, অর্থাৎ যাহার মধ্য দিয়া আলোকরশ্মি আদৌ নিঃসৃত হইতে পারে না, তাহাকেই অস্বচ্ছ পদার্থ বলা যায়। স্বচ্ছ পদার্থকে পুনরায় স্বচ্ছ এবং আংশিক স্বচ্ছ এই দুই উপবিভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে। কাচের ন্যায় যে সমস্তপদার্থনিঃসৃত আলোকরশ্মি দ্বারা সমস্ত বস্তুই সুস্পষ্টরূপে দেখিতে এবং নির্ব্বাচন করিতে পারা যায়, তাহাকেই স্বচ্ছ পদার্থ বলা যায়। এবং স্থূল (মোটা) বস্ত্রের ন্যায় যে সমস্ত পদার্থনিঃসৃতআলোকরশ্মিদ্বারা বস্তু মাত্রেরই অস্পষ্ট দৃশ্য মাত্র উপলব্ধি করা যায়,—অর্থাৎ সুস্পষ্টরূপে নির্ব্বাচন

করিতে পারা যায় না, তাহাকেই আংশিক স্বচ্ছপদার্থ বলিয়া অভিহিত করা হইয়াছে।

স্থূলপ্রকারে এইরূপেই পদার্থ বিশেষকে স্বচ্ছ এবং অস্বচ্ছ পদার্থ বলা যায়। কিন্তু সূক্ষ্মরূপে বলিতে হইলে কোন পদার্থকেই সম্পূর্ণরূপে স্বচ্ছ বা অস্বচ্ছ বলা যায় না; কেননা প্রত্যেক পদার্থেরই সূক্ষ্মতা, স্থূলতা, গভীরতা প্রভৃতির দ্বারাই তন্নিঃসৃত আলোকরশ্মির উজ্জ্বলতার তারতম্য ঘটে। কাচ এবং জল উভয়ই অত্যন্ত স্বচ্ছ পদার্থ, এবং উভয় পদার্থের মধ্যদিয়াই আলোকরশ্মি পূর্ণউজ্জ্বলতার সহিত নিঃসৃত হয়। কিন্তু কাচও অধিক স্থূল (পুরু) বা ঘসা হইলে, তন্নিঃসৃত আলোকের উজ্জ্বলতার হ্রাস হয়। সপ্তহস্ত পরিমিত গভীর জল নিঃসৃত আলোকরশ্মির প্রায় অর্দ্ধেক পরিমাণ উজ্জ্বলতা হ্রাস হয়। ঐরূপ গভীর জলের দ্বারা আলোকরশ্মির অর্দ্ধেকাংশ আশোষিত হয় বলিয়াই, তাহার উজ্জ্বলতার অর্দ্ধেকাংশ বিলুপ্ত হয় পক্ষান্তরে স্বর্ণের ন্যায় অস্বচ্ছ পদার্থ নির্ম্মিত অত্যন্ত সূক্ষ্ম পত্র (পাত) নিঃসৃত আলোকরশ্মিরও প্রায় পূর্ণমাত্রায় উজ্জ্বলতা বর্ত্তমান থাকে।

এতদ্ভিন্ন বর্ণের দ্বারাও আলোকরশ্মির উজ্জ্বলতার বিশেষরূপ তারতম্য ঘটে আরক্তবর্ণের আলোক আরক্ত ব শ্বেতবর্ণের কাচ মধ্যদিয়া নিঃসৃত হইলে তাহার উজ্জ্বলতার আদৌ হ্রাস হয় না কিন্তু আরক্তবর্ণের কাচমধ্যদিয় শ্বেতবর্ণের আলোক

নিঃসৃত হইলে ঐ আলোকের রাসায়নিক উপকরণের কিয়দংশ ঐ কাচের দ্বারা আশোষিত হওয়ায় উহার উজ্জ্বলতার হ্রাস এবং বর্ণের ব্যতিক্রম ঘটে, এবং শ্বেতবর্ণের পরিবর্ত্তে লালবর্ণের আলোক নিঃসৃত হয়। নীলবর্ণের কাচ দ্বারা শ্বেতবর্ণের আলোক সম্পূর্ণরূপে আশোষিত হওয়ায় উহা আদৌ নিঃসৃত হয় না। কৃষ্ণবর্ণের পদার্থ মাত্রেই সকল বর্ণের আলোক শোষণ করে, সুতরাং তন্মধ্য দিয়া কোন বর্ণের আলোকই নিঃসৃত হয় না।

আকাশ, জল, কাচ প্রভৃতি যে সমস্ত পদার্থনিঃসৃত আলোকরশ্মি, কিছুমাত্র মলিন হয় না, তাহাকেই আলোক-নিঃসরণকারিস্বচ্ছপদার্থ * বলে। এইরূপ কোন একটি পদার্থের রাসায়নিক উপকরণ সকল স্থানে একই প্রকার হইলেও ভিন্ন ভিন্ন স্থানে তাহার গাঢ়তার বিভিন্নতা ঘটে, এবং ঐ বিভিন্নতা বশতঃই তন্নিঃসৃত আলোকরশ্মির উজ্জ্বলতারও তারতম্য ঘটে। উত্তাপরশ্মি যেমন স্বয়ং উত্তপ্ত পদার্থ নহে, উত্তাপের গতির পথ প্রদর্শক মাত্র, আলোকরশ্মিও সেইরূপ স্বয়ং দীপ্তিময় পদার্থ নহে, আলোকরশ্মির গতির পথ প্রদর্শক মাত্র। কোন দীপ্তিময় পদার্থ হইতে যে আলোকরশ্মি নিঃসৃত হয়, তাহার এক একটি রেখাকে আলোকরেখা † বলে। এইরূপ কতকগুলি আলোকরেখার সমষ্টিকে একটি আলোকগুচ্ছ ‡ বলে।

* Medium or transparent media.

† Luminous ray. ‡ Luminous pencil.

যে আলোকগুচ্ছের রেখাগুলি সমান্তর সরল তাহাকে সমান্তর-সরলরৈখিক-আলোকগুচ্ছ* বলে। যে আলোকগুচ্ছের রেখাগুলি বিশ্লিষ্ট হইয়া ক্রমে ছড়াইয়া পড়ে তাহাকে ব্যাপ্যমানআলোকগুচ্ছ† বলে। এবং যে আলোকগুচ্ছের রেখাগুলি একটি নির্দ্দিষ্ট বিন্দুর দিকে ধাবিত হইয়া সংকীর্ণতা প্রাপ্ত হয় তাহাকে ক্রমসংকীর্ণ-আলোকগুচ্ছ ‡ বলে।

সমান্তরসরলরৈখিক আলোকগুচ্ছের দূরতা অনুসারেই উজ্জ্বলতার তারতম্য ঘটে না, কিন্তু অপর দুই প্রকার আলোক-গুচ্ছের দূরতা দ্বারাই উজ্জ্বলতার পরিমাণ নির্দ্ধারিত হয়। এক হাত দূরে একটি বাতি জ্বালিয়া দিলে (তাহা হইতে) যে পরিমাণ উজ্জ্বল আলোক প্রাপ্ত হওয়া যায়, দুই হাত দূরে রাখিলে তাহার এক চতুর্থাংশ মাত্র উজ্জ্বল আলোক পাওয়া যাইবে। উহা তিন হাত দূরে রাখিলে তাহার নবমাংশের একাংশ মাত্র উজ্জ্বল আলোক পাওয়া যাইবে। এইরূপ প্রণালীতেই দূরতানুসারে উজ্জ্বলতার হ্রাস হয়। সমান্তরসরলরৈখিক আলোকগুচ্ছকে নিয়মিত এবং ব্যাপ্য-মানআলোকগুচ্ছকে অনিয়মিত আলোকরশ্মি বলা যায়। এই ব্যাপ্যমান আলোকগুচ্ছের দ্বারাই কিন্তু আমরা চতুর্দ্দিক দেখিতে পাই।

---

* Parallel rays.

† Divergent rays.

‡ Convergent rays.

এক তড়িৎ ভিন্ন অন্য কোন পদার্থই আলোকের ন্যায় দ্রুত-গতিবিশিষ্ট নহে। আলোকরশ্মি একসেকেণ্ডে ১৯০,০০০ মাইল দূর যাইতে পারে। সূর্য্যদেব পৃথিবী হইতে ৪৫ কোটি ক্রোশ দূরে অবস্থিতি করেন। কামানের গোলার যে কিরূপ দ্রুতগতি তাহা বোধ হয় কাহারই অবিদিত নাই। সূর্য্যদেবের নিকট হইতে একটি কামানের গোলাকে পৃথিবীতে আসিতে হইলে ১৭ বৎসরের কম পৌঁছিতে পারে না। কিন্তু সূর্য্যরশ্মি ৮ মিনিট ১৮ সেকেণ্ড মাত্র সময়ের মধ্যে পৃথিবীতে আসিয়া পৌঁছায়। এবং সেইজন্যই সূর্য্যদেব অস্তযাইবার পরেও অন্ততঃ ৮ মিনিট কাল আমরা সূর্য্যালোক দেখিতে পাই, অর্থাৎ সূর্য্য অস্ত যাইবার ৮ মিনিট পরে আমরা তাহা বুঝিতে পারি। শব্দের আলোচনা দ্বারা আমরা জানিয়াছি যে, শব্দ অতিদ্রুতগামী, কিন্তু আলোকের গতি তদপেক্ষা অধিক বেগবতী বলিয়াই একটি কামানে অগ্নিপ্রদান করিলে তাহা হইতে আলোক এবং শব্দ একই সময়ে নির্গত হইলেও আমরা প্রথমেই বিদ্যুৎরেখার ন্যায় একটি আলোকরেখা দেখিতে পাই, এবং তাহার কয়েক সেকেণ্ড পরে উহার শব্দ শুনিতে পাই। পৃথিবীর সর্ব্বনিকটবর্ত্তী নক্ষত্র সূর্য্যদেব অপেক্ষা ২০৬,২৩৫ গুণ অধিক দূরে অবস্থিতি করেন, সুতরাং ঐ নক্ষত্রের আলোকরশ্মি তিন বৎসরের কম পৃথিবীতে আসিয়া পৌঁছিতে পারে না। দূরবীক্ষণযন্ত্র সাহায্যে যে সমস্ত নক্ষত্রাদি দেখিতে পাওয়া যায় তাহাদের আলোকরশ্মি বহু সহস্র বৎসরের কম পৃথিবীতে আসিয়া পৌঁছিতে পারে না। এতদ্দ্বারা

পাঠক অনায়াসেই কল্পনা করিতে পারিবেন যে, গ্রহনক্ষত্রসুশোভিত গগনমণ্ডল কি সুদূরব্যাপী এবং তত্তুলনায় আমাদের পৃথিবী কত ক্ষুদ্র!

আমরা যে সমস্ত দীপ্তিময় পদার্থ দেখিতে পাই, তন্মধ্যে সূর্য্যদেবই উজ্জ্বলতায় সর্ব্বশ্রেষ্ঠ। সূর্য্যের আলোক পরিমাণ করিতে হইলে স্থূলতঃ বলা যাইতে পারে যে একফুট্ দূরে ৫৫০০টি বাতি * জ্বালিয়া দিলে যে পরিমাণ আলোক প্রাপ্ত হওয়া যায়, সূর্য্যালোক তত্তুল্য উজ্জ্বল সাত হাত দূরে একটি বাতি জ্বালিয়া দিলে যে পরিমাণ আলোক প্রাপ্ত হওয়া যায়, পূর্ণচন্দ্রের আলোক তত্তুল্য উজ্জ্বল। তুলনা করিলে সূর্য্যের আলোক চন্দ্রের আলোক অপেক্ষা ৬০০,০০০ গুণ, ধনুর আলোক অপেক্ষা ১৬,০০০,০০০,০০০ গুণ, বৃহস্পতির আলোক অপেক্ষা ৫,০০০,০০০,০০০ গুণ এবং বরুণের আলোক অপেক্ষা ৮,০০০,০০০,০০০,০০০ গুণ অধিক উজ্জ্বল। আলোকমান যন্ত্রের † দ্বারাই এই সমস্ত গ্রহনক্ষত্রাদির আলোকের উজ্জ্বলতার পরিমাণ নির্দ্ধারিত করা হইয়াছে

কোন একটি উজ্জ্বল স্বচ্ছ পদার্থের উপর আলোকরশ্মি পতিত হইবামাত্রই তাহা (যেন উল্লম্ফন করিয়া) নিজ গতি পরিবর্ত্তন করে, এবং তদ্দ্বারাই আলোকরশ্মি প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত

* এই বাতি Standard Candle, অর্থাৎ এই বাতির একটি নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ উজ্জ্বল আলোক হইবে

† Photometer

আলোকরশ্মি অবশ্যই মূল আলোকের তুল্য উজ্জ্বল হইতে পারে না, কেন না যে পদার্থের দ্বারা আলোক প্রতিফলিত হয়, তদ্দ্বারা উহার কিয়দংশ অন্ততঃ অশোষিত হয়। সচরাচর মূল আলোকের এক পঞ্চমাংশ উজ্জ্বলতাই প্রতিবিম্বোৎপাদক পদার্থের দ্বারা আশোষিত হয়। পারদ, রৌপ্য প্রভৃতি শ্বেতবর্ণের উজ্জ্বল পদার্থের দ্বারা প্রতিফলিত আলোকই সর্ব্বাপেক্ষা উজ্জ্বল হইয়া থাকে। কিন্তু প্রতিবিম্বোৎপাদক পদার্থের স্বচ্ছতা, উজ্জ্বলতা এবং স্থূলতার দ্বারা উহার প্রতিবিম্বোৎপাদিকা শক্তির তারতম্য নির্দ্ধারিত হয়, অর্থাৎ একই পদার্থ সূক্ষ্ম ও উজ্জ্বল হইলে তদ্দ্বারা প্রতিফলিত আলোক যে পরিমাণ উজ্জ্বল হইবে, উহা স্থূল ও অনতিউজ্জ্বল হইলে সেরূপ হইবে না। আলোকগুচ্ছ আমাদের দর্শনেন্দ্রিয় এবং দৃষ্ট-বস্তুর সহিত সমান্তর সরলরেখায় পতিত হইলেই আমরা ঐ বস্তুর প্রকৃত অবস্থা দেখিতে পাই। কিন্তু উহা বক্ররেখায় পতিত হইলে উহার বক্রতার পরিমাণানুসারে ঐ বস্তু বিকৃত অবস্থাতেই দেখিতে পাওয়া যায়।

অনিয়মিত বা ব্যাপ্যমানআলোকরশ্মির গতি ভিন্ন প্রকারে নির্দ্ধারিত হয়। কোন অস্বচ্ছ উজ্জ্বল পদার্থের উপরি-ভাগে আলোকগুচ্ছ পতিত হইলে, উহা অবিলম্বে তিন অংশে বিভক্ত হয়, এবং উহার একাংশ ঐ পদার্থের দ্বারাই আশোষিত হয়, একাংশ সমান্তর সরলরেখায় প্রতিফলিত হয় এবং অবশিষ্ট একাংশ মাত্র চতুর্দ্দিকে বিকীর্ণ হয়। একমাত্র দীপ্তিময় পদার্থই

তাহাদের নিজ আলোকরশ্মির দ্বারা আমাদের দৃষ্টিগোচর হয়। দীপ্তিহীন পদার্থ মাত্রেই এই শেষোক্ত আলোকগুচ্ছের দ্বারাই দৃষ্টি গোচর হয় কিন্তু কোন স্থূল অস্বচ্ছ ও অনুজ্জ্বল পদার্থের উপরিভাগে আলোকরশ্মি পতিত হইলে, ঐ আলোকরশ্মি আদৌ বিকীর্ণ হইতে পারে না, উহার পথ বদ্ধ হইয়াই ঐ বস্তুর ছায়া* পতিত হয়। এই প্রণালীর দ্বারাই আমরা বৃক্ষ অট্টালিকাপ্রভৃতির ছায়া দেখিতে পাই। আমরা যে সমস্ত পদার্থকে মসৃণ বলিয়া অভিহিত করিয়া থাকি তাহারও চতুর্দ্দিকে দৃষ্টির অগোচর, অতীব ক্ষুদ্র, অমসৃণাংশ সকল† আনত (ঢালু) হইয়া বর্ত্তমান থাকে এবং তদ্দ্বারাই আলোকরশ্মি প্রতিফলিত হইয়া ঐ বস্তুর চতুর্দ্দিক আমাদের দৃষ্টিগোচর হয়। কোন কারণ বশতঃ ঐ রূপ কোন অংশের দ্বারা আলোকরশ্মি প্রতিফলিত না হইলে ঐ অংশ আমাদের দৃষ্টিগোচর হয় না কোন স্থানে এই রূপ ঘটিলে উহার কতকাংশে আলোক বর্ত্তমান থাকে এবং কতকাংশে তাহা থাকে না (অন্ধকার বর্ত্তমান থাকে), ইহাকেই চলিত কথায় আমরা "আলো আঁধারে" বলিয়া থাকি

কোন দীপ্তিময় পদার্থ হইতে আলোকরশ্মি নিঃসৃত হইয়া একটি সমান্তর সরলরেখায় প্রতিফলিত হইলে তদ্দ্বারা আমরা ঐ পদার্থ দেখিতে পাই না, দর্পণে পতিত প্রতিবিম্বের ন্যায় ঐ পদার্থের একটি প্রতিবিম্ব মাত্র দেখিতে পাই কোন একটি অন্ধ-

---

* Shadow

† Small facetes

কারময় গৃহে একখানি দর্পণবক্ষে সূর্য্যরশ্মি, বিকীর্ণ হইলে তদ্দ্বারা আমরা দর্পণ দেখিতে পাইনা, সূর্য্যেরই একটি প্রতিবিম্ব দেখিতে পাই মাত্র। কিন্তু দর্পণের উপরিভাগে কোন সূক্ষ্ম চূর্ণপদার্থ ছড়াইয়া দিয়া ঐ দর্পণের উজ্জ্বলতার হ্রাস করিলে সূর্য্যের প্রতি-বিম্ব বিলুপ্ত হইয়া তৎপরিবর্ত্তে দর্পণই দৃষ্টিগোচর হয়। যদি এরূপ কোন সম্পূর্ণ রূপ মসৃণ পদার্থ বর্ত্তমান থাকা সম্ভব হইত যাহার কুত্রাপিও অণুমাত্র অমসৃণ অংশ বর্ত্তমান নাই, তাহা হইলে আলোকনিঃসরণসম্বন্ধে উহা অস্বচ্ছ পদার্থের ন্যায়ই কার্য্য করিত, অর্থাৎ তদ্দ্বারা আলোক বিকীর্ণ হইত না এবং ঐ বস্তুও দৃষ্টিগোচর হইত না। কোন একটি সমধিক উজ্জ্বল পদার্থের দ্বারা আলোক বিকীর্ণ হইলে তদ্দ্বারা আমরা কোন বস্তুই দেখিতে পাই না। চলিত ভাষায় ইহাকে আমরা "চক্‌চকে আলো" বলিয়া থাকি এবং ঐ আলোকের দিকে দৃষ্টিনিক্ষেপ করিবা মাত্র চক্ষুতে আঘাত লাগে।

বহির্জ্জগতের সমস্ত পদার্থই সূর্য্যরশ্মির দ্বারা দেখিতে পাওয়া যায় বটে কিন্তু গৃহাভ্যন্তরে ঐ আলোকরশ্মি একাধিক প্রবেশ করিতে পারে না, সুতরাং তদ্দ্বারা গৃহস্থিত কোন বস্তুই দেখিতে পাওয়া যায় না। মেঘ, ভূমি, গৃহাভ্যন্তরস্থিত বায়ুতে ভাসমান অণু * প্রভৃতি পদার্থের দ্বারাই সূর্য্যরশ্মি বিকীর্ণ হইয়া গৃহাভ্যন্তর আলোকিত হয় এবং তদ্দ্বারা গৃহাভ্যন্তরস্থিত পদার্থ

* Little motes.

সমূহ দৃষ্টিগোচর হয়। প্রবল অগ্নি প্রজ্জ্বলিত করিয়া গৃহস্থিত বায়ুতে ভাসমান অণুসকল বিনষ্ট করিলে ঐ গৃহে কোন আলোকই প্রজ্জ্বলিত হয় না, সুতরাং কোন পদার্থই দৃষ্টিগোচর হয় না। সুবিখ্যাত বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত টিণ্ডেল অগ্নি প্রজ্জ্বলিত করিয়া একটি গৃহের বায়ুতে ভাসমান অণুসকল বিনষ্ট করিয়া প্রত্যক্ষ দেখিয়াছেন যে, ঐ গৃহে তড়িতালোক পর্য্যন্ত প্রজ্জ্বলিত হয় নাই, সুতরাং তদ্দ্বারা ঐ গৃহাভ্যন্তরস্থিত কোন বস্তুই দৃষ্টিগোচর হয় নাই। উচ্চস্তরস্থিত বায়ু দ্বারাই অরুণোদয়ের পূর্ব্বে এবং সূর্য্যাস্তের পরে আলোকরশ্মি প্রতিফলিত হইয়া সমস্ত বস্তু দৃষ্টিগোচর হয়।

সাধারণতঃ দর্পণ বলিলেই পারদসংলিপ্ত কাচখণ্ড বুঝায়; কিন্তু বৈজ্ঞানিক অর্থে যে কোন শ্বেতবর্ণের উজ্জ্বল ধাতব পদার্থকেই দর্পণ বলা যায়। বৈজ্ঞানিকতত্ত্ব আলোচনা করিবার জন্য ঐরূপ ধাতবপদার্থনির্ম্মিত দর্পণই অধিকতর উপযোগী। ইতিহাস পাঠে ইহাও জানা যায় যে গ্রীসর রুমপ্রভৃতি প্রাচীনতম সভ্যদেশে ধাতবপদার্থনির্ম্মিত দর্পণেরই ব্যবহার ছিল। সমান,* বক্র বা পলকাটা †,—অর্থাৎ উন্নতবক্ষা ‡ এবং আনতবক্ষা §,— এই তিন প্রকার গঠনবিশিষ্ট কাচখণ্ডে টিন এবং পারদ সম্মিলনের লেপ দ্বারাই দর্পণ প্রস্তুত করা হয়। দর্পণপৃষ্ঠে যে প্রতিবিম্ব বা

* Plane
† Curved
‡ Convex
§ Concave

ছায়া পতিত হয় তাহা কাচের দ্বারা উৎপন্ন হয় না, কাচপৃষ্ঠে যে পারদের লেপ থাকে তদ্দ্বারাই উৎপন্ন হয়, কিন্তু কাচের গঠনানুসারেই ঐ প্রতিবিম্ব বা ছায়ার গঠন নির্দ্ধারিত হয়। আমরা সচরাচর যে দর্পণ ব্যবহার করিয়া থাকি তাহা সরল কাচের দ্বারাই প্রস্তুত হইয়া থাকে। এই জাতীয় দর্পণ পৃষ্ঠে যে ছায়া পতিত হয় তাহা প্রকৃতপ্রতিবিম্ব* নহে, মায়াছায়া † বা ছায়াভ্রান্তি মাত্র। প্রতিফলিত আলোকরশ্মির দ্বারাই প্রকৃতপ্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয়। কিন্তু প্রতিফলিত আলোকরশ্মি দর্পণপৃষ্ঠে পৌঁছিতে পারে না, সুতরাং দর্পণপৃষ্ঠে প্রকৃতপ্রতিবিম্বও উৎপন্ন হইতে পারে না। প্রতিফলিত আলোকরশ্মি বর্দ্ধিত‡ হইয়াই তথায় মায়াছায়া উৎপন্ন হয়। ইহা এক প্রকার দৃষ্টিবিকার§ মাত্র। প্রকৃতপ্রতিবিম্ব অনায়াসেই চিত্রবস্ত্রে ‖ উৎপতিত ¶ করা যায়, কিন্তু মায়াছায়া প্রতিবিম্বের অনুরূপ মাত্র, সুতরাং উহা উৎপতিত করা যায় না; যাহার নিজেরই অস্তিত্ব নাই তাহা আবার উৎপতিত হইবে কিরূপে? প্রকৃতপ্রতিবিম্ব এবং মায়াছায়া নির্ণয় করিবার ইহাই প্রকৃষ্ট উপায়।

দর্পণে পতিত ছায়া সম্বন্ধে সচরাচর আমাদের আর একটি ভ্রম হইয়া থাকে। তুমি দক্ষিণ হস্ত উত্তোলন করিলে দর্পণছায়া

---

* Real image.
† Virtual image.
‡ Prolongation.
§ Optical illusion.
‖ Screen
¶ Transfer.

বাম হস্ত উত্তোলন করে এবং তুমি বাম হস্ত উত্তোলন করিলে দর্পণ-ছায়া দক্ষিণ হস্ত উত্তোলন করে। চলন কথায় আমরা ইহাকে "উলট্" বলিয়া থাকি। এই কারণেই নদী বা পুষ্করিণীর তীরস্থিত বৃক্ষাদির ছায়াও পরপারে (জলে) পতিত হয়; এতৎ সমস্ত মায়া-ছায়া বলিয়াই এরূপ "উলট্" দেখায়। বস্তুতঃ কিন্তু ইহা "উলট্" নয়, "সোজা"। তুমি দক্ষিণ হস্ত উত্তোলন করিলে, তোমার সম্মুখ-স্থিত ব্যক্তিকে তোমার হস্তের সম্মুখের হস্ত উত্তোলন করিতে হইলে যেমন তাহাকে বাম হস্তই উত্তোলন করিতে হইবে, দর্পণ-ছায়াও ঠিক সেইরূপ করিয়া থাকে; সেই জন্যই দর্পণছায়া তোমার প্রকৃত অনুরূপ*। মৃগতৃষ্ণিকা মায়াছায়ার একটি সুদৃষ্টান্ত; স্থানান্তরে ইহার পুনরুল্লেখ করা যাইবে।

প্রকৃত অনুরূপ বলিয়াই দর্পণ সম্মুখস্থ পদার্থ দর্পণ হইতে যতদূরে অবস্থিতি করে তাহার ছায়াও দর্পণপৃষ্ঠে তদনুরূপ দূরে দেখায়। স্থূল (পুরু) কাচনির্ম্মিত দর্পণে সম্মুখস্থিত পদার্থের দুইটি ছায়া দেখিতে পাওয়া যায়। তন্মধ্যে প্রথম ছায়া কাচের উপরই পতিত হয় এবং উহা অস্পষ্ট দেখিতে পাওয়া যায়। দ্বিতীয় ছায়াই প্রকৃত দর্পণের ছায়া, অর্থাৎ দর্পণপৃষ্ঠে পতিত হয়, এবং ইহাই সুস্পষ্টরূপে দেখিতে পাওয়া যায়। উন্নতবক্ষ কাচ নির্ম্মিত দর্পণেও এইরূপ মায়াছায়া পতিত হয়। শেষোক্ত ছায়ার দূরতার দ্বারাই কাচের স্থূলতার পরিচয় পাওয়া যায়।

---

* Symotrical.

কাচের স্থূলতা দূরতার পরিমাণের অর্দ্ধেক হইবে, অর্থাৎ (দ্বিতীয়) ছায়া একচতুর্থ ইঞ্চি পরিমাণ দূরে দেখা গেলে ঐ কাচের স্থূলতা একঅষ্টম ইঞ্চি জানা যাইবে। ধাতবপদার্থ নির্ম্মিত দর্পণে কিন্তু এইরূপ দুইটি প্রতিবিম্ব পতিত হয় না।

একখানি দর্পণের সম্মুখে আর একখানি দর্পণ সরল রেখায় স্থাপন করিলে উভয়ে উভয়ের আলোক প্রতিফলিত করিয়া বহুসংখ্যক ছায়া উৎপন্ন করে। প্রতিফলিত আলোক রেখার উজ্জ্বলতার তারতম্যানুসারেই তদুদ্ভূত ছায়া সুস্পষ্ট বা অস্পষ্ট দেখা যায়। কিন্তু দুইখানি দর্পণ সরল রেখায় স্থাপন না করিয়া পাশা-পাশি* স্থাপন করিলে তদ্দ্বারা পূর্ব্বোল্লিখিত রূপে আলোকরশ্মি প্রতিফলিত হইতে পারে না, সুতরাং ওরূপ বহুসংখ্যক ছায়াও পতিত হয় না, অপেক্ষাকৃত অল্প সংখ্যক ছায়াই পতিত হয়।

উন্নতবক্ষ কাচনির্ম্মিত দর্পণেও বহুসংখ্যক ছায়া পতিত হয় এবং এই সমস্ত ছায়াও মায়াছায়া। প্রকৃত প্রস্তাবে এই জাতীয় দর্পণের এক একটি বক্রাংশ† (বক্রতার গঠনানুসারে) কতকগুলি ক্ষুদ্র সরলাংশের সমষ্টি মাত্র, সুতরাং একখানি সরলদর্পণে যেরূপ ছায়া পড়ে ইহারও এক একটি ক্ষুদ্র বক্রাংশে সেইরূপ এক একটি করিয়া ছায়া পতিত হয়, এবং তৎকারণেই একখানি

* Inclined at an angle.

† Curvature.

বক্রকাচনির্ম্মিত দর্পণে বহুসংখ্যক ছায়া পতিত হয় এইরূপ দর্পণের সমস্ত বক্রঅংশগুলি একটি মধ্যবিন্দুর * দিকেই আনত হয়, এবং ঐ সংযোগস্থলকে আলোকগুচ্ছের কেন্দ্রবিন্দু † বলা যায়। আলোকগুচ্ছ দর্পণের মধ্যরেখার সহিত সমান্তর-সরলরেখায় একত্রীভূত হইলে ‡ তাহাকে আলোকগুচ্ছের প্রধান-কেন্দ্রবিন্দু § বলা যায় দর্পণবক্ষে ব্যাপ্যমানআলোকগুচ্ছ পতিত হইয়া বিকীর্ণ হইলে উহা প্রধান কেন্দ্রবিন্দুতে মিলিত না হইয়া চতুর্দ্দিকে ছড়াইয়া পড়ে এবং তৎপরে উহা ক্রমসংকীর্ণ হইয়া একটি কেন্দ্রবিন্দুতে মিলিত হয়, যাহাকে সমমূলককেন্দ্রবিন্দু বলে। প্রতিফলিত আলোকগুচ্ছ বর্দ্ধিত হইয়া দর্পণ পৃষ্ঠে যে মায়াছায়া পতিত হয় তৎসংযোগস্থলকে মায়াকেন্দ্রবিন্দু ¶ বলে।

আনতবক্ষকাচনির্ম্মিত দর্পণে সম্মুখস্থিত ব্যক্তি নিজ প্রতিবিম্ব, সরলদর্পণে পতিত ছায়ার ন্যায়, প্রকৃত আকারবিশিষ্ট দেখিতে পায় না। এই প্রতিবিম্ব ক্ষুদ্রাকার হয় এবং ইহার পদ-দ্বয় ঊর্দ্ধদেশে এবং মস্তক নিম্নদেশে দেখায় কিন্তু এই প্রতিবিম্ব ক্ষুদ্রাকার এবং "উলট্" হইলেও তাহাতে মুখের দৃশ্য (চেহারা) সুস্পষ্টরূপে দেখিতে পাওয়া যায় এই প্রতিবিম্ব প্রকৃতপ্রতি-

---

* Common Centre.
† Focus
‡ Parallel to its axis.
§ Principal focus
Conjugate focus.
¶ Virtual focus

বিম্ব, সুতরাং ইহা চিত্রবস্ত্রে উৎপতিত করা যায়। কিন্তু এইরূপ দর্পণেও মায়া ছায়া পতিত হয়। দর্পণসম্মুখস্থ ব্যক্তি প্রতিফলিত আলোকগুচ্ছের প্রধান কেন্দ্রবিন্দু এবং দর্পণের মধ্যস্থলে দণ্ডায়মান হইলে দর্পণে তাঁহার যে প্রতিবিম্ব পতিত হয় তাহাই প্রকৃতপ্রতিবিম্ব। সম্মুখস্থ পদার্থ এতদপেক্ষা নিকটবর্ত্তী হইলে, প্রতিফলিত আলোকগুচ্ছ বর্দ্ধিত হইয়া, দর্পণপৃষ্ঠে তাহার মায়াছায়াই উৎপন্ন করে। এই মায়াছায়া "সোজা", অর্থাৎ মস্তক উপরিভাগে এবং পদদ্বয় নিম্নদেশে, এবং প্রকৃত আকার অপেক্ষা বর্দ্ধিতাকারবিশিষ্ট * দেখায়। স্থূল কথায় এইরূপ দর্পণের পৃষ্ঠদেশে যে সমস্ত ছায়া পতিত হয়, তৎসমস্তই মায়াছায়া। একমাত্র আনতলক্ষকাচনির্ম্মিত দর্পণেই প্রকৃতপ্রতিবিম্ব পতিত হয়, আর কোনপ্রকারগঠনবিশিষ্টকাচনির্ম্মিত দর্পণে তাহা হয় না।

একখানি দর্পণের সম্মুখে প্রজ্জ্বলিত বর্ত্তি রক্ষিত হইলে, সেইদর্পণে ঐ প্রজ্জ্বলিত বর্ত্তির প্রতিবিম্ব দেখিতে পাওয়া যায়। বর্ত্তি হইতে আলোকরশ্মি দর্পণে পতিত হইয়াই বর্ত্তির প্রতিবিম্ব দৃষ্টিগোচর হয়। এবং দর্পণ হইতে ঐ আলোকরশ্মি প্রতিফলিত হইয়া আমাদের দর্শনেন্দ্রিয়ে পতিত হয়, তদ্দ্বারা দর্পণে পতিত বর্ত্তির প্রতিবিম্ব দেখিতে পাই; যেন আলোকরেখা বর্ত্তি

* Magnified.

হইতে নিঃসৃত ন হইয়া দর্পণ হইতেই নিঃসৃত হইয়াছে বলিয়া অনুভূত হয় পাঠকের বোধ হয় স্মরণ থাকিতে পারে যে, শব্দের আলোচনা করিবার সময় বলা হইয়াছে যে, একটি অন্তঃশূন্য (ফাঁপা) প্রতিফলক সমসরল রেখায় কিয়দ্দূরে স্থাপন করিয়া একটির কেন্দ্রবিন্দুতে একটি ছোট ঘড়ি স্থাপন করিয়া, অপরটির কেন্দ্রবিন্দুতে কর্ণ সংস্থাপন করিলে, ঐ ঘড়ির টুক্ টুক্ শব্দ এরূপ সুস্পষ্টরূপে শুনিতে পাওয়া যায় যে, মনে হয় যে প্রতিফলকে কর্ণসংলগ্ন করা হইয়াছে, সেই প্রতিফলকেই ঐ ঘড়ি সংলগ্ন আছে এইরূপ দুই খানি অন্তঃশূন্য প্রতিফলক (আনতবক্ষকাচনির্ম্মিত দর্পণ) ৩০ বা ৩২ হাত দূরে রাখিয়া একটি প্রতিফলকের কেন্দ্রবিন্দুতে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত করিয়া অপর প্রতিফলকের কেন্দ্রবিন্দুতে রন্ধনপাত্র স্থাপন করিলে অনায়াসেই রন্ধন কার্য্য সুসম্পন্ন হয় এই প্রজ্জ্বলিত অগ্নি হইতে আলোকরশ্মি উৎপন্ন হইয় তাহা প্রথম প্রতিফলকে (দর্পণে) পতিত হয় এবং তাহা হইতে প্রতিফলিত হইয় দ্বিতীয় প্রতিফলকে পতিত হয়, এবং তৎসঙ্গে উহার উষ্ণতাও ঐ রূপে প্রতিফলিত হইয়া, রন্ধনকার্য্য সুসম্পন্ন হয়, এবং ঐ অগ্নি দ্বিতীয় প্রতিফলকে প্রজ্জ্বলিত থাকারই কার্য্য করে

আলোকরেখা একটি আলোকনিঃসরণকারিপদার্থ হইতে অপর একটি আলোকনিঃসরণকারিপদার্থে পতিত হইলে উহার গতি পরিবর্ত্তিত হইয়া বক্র * হয়। এইরূপ তিরশ্চীন আলোক-

* Refraction

রেখার * গতি স্থূল হইতে লঘুপদার্থে—জল হইতে বায়ুতে—পরিবর্ত্তিত হইলে বায়ুপ্রবিষ্ট হইবার পূর্ব্বে উহা যে পরিমাণ বক্র ছিল তদপেক্ষা অল্প বক্র † হয়। পক্ষান্তরে লঘু হইতে স্থূল পদার্থে—বায়ু হইতে জলে—পরিবর্ত্তিত হইলে জলপ্রবিষ্ট হইবার পূর্ব্বে উহা যে পরিমাণ বক্র ছিল তদপেক্ষা অধিকতর বক্র ‡ হয়। এইরূপ তিরশ্চীন আলোকরেখার দ্বারা নানাবিধ ছায়াভ্রান্তি উৎপন্ন হয়। একগাছি যষ্টির অর্দ্ধাংশ জলমগ্ন করিলে জলমগ্নাংশ ভগ্ন হইয়াছে বলিয়াই ভ্রম হয়। একটি মৎস ও যে পরিমাণ গভীর জলে সন্তরণ করে তদপেক্ষা অগভীর জলে সন্তরণ করিতেছে বলিয়াই ভ্রম হয়। তিরশ্চীন আলোকরেখার এইরূপ কার্য্য দেখিয়াই তাহা আয়ত্ত করিয়া তদ্দারা বহুবিধ বৈজ্ঞানিকতত্ত্ব আলোচনা করিবার জন্যই বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ নানাবিধগঠনের বক্রকাচখণ্ড বা লেন্স § প্রস্তুত করিয়াছেন। স্থূল কথায় একখানি লেন্স দুইটি বক্রতলবিশিষ্ট কাচখণ্ড, যদ্দারা আলোক রেখার গতি পরিবর্ত্তিত হইয়া বক্রভাবে নিঃসৃত হয় ||। লেন্সবক্ষে আলোকরেখা পতিত হইলে উহা একটি নির্দ্দিষ্ট বিন্দুতে সমাহৃত হয়, এবং তথা হইতে ক্রমশঃবিকীর্ণ হইয়া, উহার পৃষ্ঠদেশ হইতে নিঃসৃত হয়, যদ্দারা নানাবিধ প্রতিবিম্ব বা ছায়া উৎপন্ন হইয়া থাকে।

* Refracted rays.
† Deflects.
‡ Approaches the normal.
§ Lens.
|| Portions of refracting media.

প্রতিবিম্বোৎপাদনের [redacted] সাধারণতঃ উন্নতবক্ষ এবং আনত-বক্ষ, এই দুই প্রকার গঠনবিশিষ্ট লেন্সই ব্যবহৃত হয়। উন্নতবক্ষ-লেন্সের মধ্যস্থল স্থূল (পুরু) এবং চতুষ্পার্শ সূক্ষ্ম (পাতলা)। আনতবক্ষলেন্সের তদ্বিপরীতে, মধ্যস্থল সূক্ষ্ম এবং চতুষ্পার্শ স্থূল। দর্পণের আলোচনা দ্বারা জানাগিয়াছে যে, আনতবক্ষ-কাচনির্ম্মিত দর্পণদ্বারাই প্রকৃতপ্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয় এবং উন্নতবক্ষকাচনির্ম্মিত দর্পণদ্বারা মায়াছায়া মাত্র উৎপন্ন হয়। লেন্সের কিন্তু প্রকৃতি তদ্বিপরীত, আনতবক্ষলেন্সের দ্বারা প্রকৃতপ্রতিবিম্ব উৎপন্ন না হইয়া মায়াছায়াই উৎপন্ন হয়, কেন না ক্রমসংকীর্ণ আলোকরেখা বস্তুতঃ একটি নির্দ্দিষ্ট বিন্দুতে সমাহৃত হয় না, সুতরাং প্রকৃতপ্রতিবিম্বও উৎপন্ন হয় না। আনতবক্ষ-লেন্সে যে মায়াছায়া পতিত হয়, দূরতা অনুসারেই তাহা প্রকৃত বস্তু অপেক্ষা ক্ষুদ্র বা বর্দ্ধিত আকারবিশিষ্ট দেখায়, এবং ঐ কাচ-খণ্ডের যে তলে প্রকৃতবস্তু বর্ত্তমান থাকে, সেই তলেই ঐ ছায়া পতিত হয়। স্থূল কথায় প্রতিবিম্বোৎপাদন সম্বন্ধে উন্নতবক্ষ-কাচনির্ম্মিত দর্পণ এবং আনতবক্ষলেন্স একই প্রকার কার্য্য করে।

এখন জানা গেল যে, উন্নতবক্ষলেন্সদ্বারাই প্রকৃতপ্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয়। এইরূপ একখানি লেন্স সূর্য্যের সম্মুখে ধারণ করিলে, উহার বক্ষে সূর্য্যরশ্মি পতিত হইয়া, ঐ লেন্সের পৃষ্ঠদেশের একটি নির্দ্দিষ্ট বিন্দুতে সমাহৃত হয়, এবং তদ্দ্বারা সূর্য্যের একটি ক্ষুদ্র ও সমুজ্জ্বল প্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয়। এই প্রতিবিম্ব প্রদীপ্তকাচের ন্যায়

উজ্জ্বল, এবং ইহার তলে একখণ্ড কাগজ ধরিলে উহা তৎক্ষণাৎ পুড়িয়া যায় এই রূপ কাচ হইতে যে পরিমাণ দূরে এই প্রতিবিম্ব পতিত হয় তাহাকেই উহার কেন্দ্রস্থানের দৈর্ঘ্য * বলে। এই কেন্দ্রীয়দৈর্ঘ্যের পরিমাণ অতিক্রম করিয়া কোন বস্তু স্থাপন করিলেই তাহার প্রকৃতপ্রতিবিম্ব পতিত হয় এইরূপ প্রতিবিম্বের আকৃতি, দূরত অনুসারেই নির্দ্ধারিত হয়, অর্থাৎ প্রকৃতবস্তু অপেক্ষা প্রতিবিম্ব কেন্দ্রীয়দৈর্ঘ্যের পরিমাণ অপেক্ষা দূরে পতিত হইলে উহা প্রকৃতবস্তু অপেক্ষ বর্দ্ধিতাকারবিশিষ্ট † দেখায়। তদ্বিপরীত ঘটিলে প্রকৃতবস্তু অপেক্ষা ক্ষুদ্রাকারবিশিষ্ট ‡ দেখায়। পক্ষান্তরে প্রকৃতবস্তু কেন্দ্রীয়দৈর্ঘ্যের দূরতা অপেক্ষা নিকটে, অর্থাৎ ইহার মধ্যে থাকিলে, উন্নতবক্ষলেন্স হইতেও মায়াছায়াই উৎপন্ন হয়।

একখানি আতুসিকাচের§ একতলের সন্নিকটে একটি উজ্জ্বল-পদার্থ রাখিয়া অপর তলের সন্নিকটে একখানি চিত্রবস্ত্র স্থাপন করিলে তাহাতে ঐ বস্তুর প্রকৃত আকার অপেক্ষা একটি বর্দ্ধিতাকারবিশিষ্ট প্রতিবিম্ব পতিত হয় উজ্জ্বলপদার্থের পরিবর্ত্তে উজ্জ্বলরূপে আলোকিত চিত্র সংস্থাপন করিয়া উপরোক্ত প্রণালীতে নানাবিধ ছায়াবাজি ¶ দেখান হয় আতুসিকাচের একতলে একটি উজ্জ্বল পদার্থ রাখিলে উহার অপর তলে যেমন ঐ

* Principal focal distance.
† Magnified image.
‡ Diminished image.
§ Condensing lens
Photo-transparency.
¶ Magic lantern.

পদার্থের একটি বর্দ্ধিতাকারবিশিষ্ট প্রতিবিম্ব পড়িতে দেখা যায়, পক্ষান্তরে সেইরূপ ঐ কাচের কিছু দূরে ঐ রূপ একটি পদার্থ স্থাপন করিলে তাহার একটি ক্ষুদ্রাকার প্রতিবিম্ব পতিত হয়।

আতুসিকাচের এই গুণ দেখিয়াই তদ্দারা আলোকপ্রতি-বিম্বিতচিত্র গঠনের সৃষ্টি হইয়াছে। এইরূপ চিত্র তুলিবার জন্য একটি ক্ষুদ্র বাক্সের সম্মুখের দিকে একখানি আতুসিকাচ এবং পশ্চাদ্ভাগে একখানি ঘসাকাচ সংলগ্ন করা থাকে এবং এতদূভয় কাচই ইচ্ছামত স্থানান্তরিত করা যায়। আতুসিকাচখানি কোন দূরস্থিত পদার্থের দিকে সংস্থাপিত করিলে তদ্দারা ঐ পদার্থের একটি ক্ষুদ্রাকৃতি প্রতিবিম্ব ঐ ঘসা কাচে পতিত হয়, যাহাকে ক্যামেরা অব্‌স্কিউরা * বলে, এবং এই প্রতিবিম্ব স্থায়ী করাকে ফটোগ্রাফি বলে †। এইরূপ প্রতিবিম্ব স্থায়ী করিতে হইলে ক্যামেরা অব্‌স্কিউরার পশ্চাদ্ভাগে ঘসাকাচের পরিবর্ত্তে জেলেটিন ‡ বা কলোডিয়ন § লেপবিশিষ্ট একখানি কাচ স্থাপন করিতে হয়, (কেননা এই লেপের উপর সূর্য্যরশ্মি পতিত হইলে তাহার রাসায়নিক পরিবর্ত্তন ঘটে;) এবং ঘসাকাচের পরিবর্ত্তে এই কাচের উপরেই ঐ পদার্থের একটি প্রতিবিম্ব পতিত হয়। তৎপরে ঐ প্রতিবিম্ব-পতিত কাচখানি একটি অন্ধকারময় স্থানে লইয়া রাসায়নিক

* Camera obscura.
† Photography.
‡ Gelatine.
§ Cholodion.

উপকরণবিশিষ্ট জলে ধৌত করিলেই * ঐ প্রতিবিম্ব স্থায়ী হয়। এই চিত্রকে আলোকপ্রতিবিম্বিত চিত্র বা ফটোগ্রাফ্ বলে।

উন্নতবক্ষলেন্সনির্ম্মিত অণুবীক্ষণযন্ত্র† সাহায্যে দৃষ্টির অগোচর ক্ষুদ্র অণুসকল বর্দ্ধিতাকারে দেখিতে পাওয়া যায়, এবং এই উপায় দ্বারাই নানাবিধ রোগোৎপাদক বীজাণুর আকৃতি, প্রকৃতি প্রভৃতি নানাবিধ অতীব প্রয়োজনীয় বৈজ্ঞানিকতত্ত্ব নির্ণীত হইয়াছে। অণুবীক্ষণযন্ত্র সাহায্যে কেবল মাত্র নিকটস্থ বস্তুই দেখিতে পাওয়া যায়, দূরবস্থিত বস্তু দেখিতে পাওয়া যায় না। কোন একটি অতীব ক্ষুদ্রবস্তু একটি কাচপাত্রে স্থাপন করিয়া অণুবীক্ষণযন্ত্র সাহায্যে পরীক্ষা করিলে উহার প্রকৃত আকৃতি অপেক্ষা সহস্রগুণ বর্দ্ধিতাকারবিশিষ্ট দেখিতে পাওয়া যায়। যে সমস্ত বীজাণু অণুবীক্ষণযন্ত্র সাহায্যে পরীক্ষা করা হয় তাহা এতই ক্ষুদ্র যে দর্শনেন্দ্রিয়ের দ্বারা উহারা কোনমতেই দৃষ্টিগোচর হইতে পারে না। দূরস্থিত কোন পদার্থ,বা সুদূরস্থিত গ্রহনক্ষত্রাদি দেখিবার জন্য সুকৌশলে দুইখানি কাচ সংযোগে দূরবীক্ষণযন্ত্রের ‡ সৃষ্টি করা হইয়াছে। এই যন্ত্রের প্রথম কাচখানিতে সুদূরস্থিত পদার্থের একটি প্রতিবিম্ব পতিত হয় এবং দ্বিতীয় কাচ দ্বারা তাহা বর্দ্ধিতাকারবিশিষ্ট দেখিতে পাওয়া যায়। এই কৌশল দ্বারাই কোটী কোটী ক্রোশ দূরস্থিত নক্ষত্রাদির আকৃতি, প্রকৃতি, গতি প্রভৃতি নানাবিধ গভীর বৈজ্ঞানিক-

---

* Developing and fixing solutions.

† Microscope. ‡ Telescope.

তত্ত্বের আলোচনা করা যায়। ইতস্ততঃবিকীর্ণ আলোকরশ্মি পতিত হইয়া যাহাতে এই রূপ আলোচনা করিবার কোন প্রকার ব্যাঘাত না ঘটে সেইজন্যই এতদুভয় যন্ত্রই পিত্তলনির্ম্মিত নলসংযোগে ঘটিত হয়। চল্লিশ বৎসরের নিকটবর্ত্তী বয়ঃক্রমকালে প্রায়ই দৃষ্টিহীনতা আরম্ভ হয়, এবং উত্তবক্ষকাচনির্ম্মিত চসমা ব্যবহার দ্বারাই ঐ বয়সে সুস্পষ্টরূপে দেখিতে পাওয়া যায়।

ইতিপূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে আলোকরশ্মির গতি, একটি আলোকনিঃসরণকারি স্বচ্ছপদার্থ হইতে আর একটি ঐ রূপ পদার্থে পরিবর্ত্তিত হইলে, ঐ আলোকরেখা ন্যূনাধিক পরিমাণে বক্র হয়। কিন্তু এইরূপ আলোকরেখা কোন একটি নিতান্ত লঘুপদার্থে প্রবেশ করিবায় সময় উহা অত্যন্ত বক্র হইলে, ঐ আলোকরশ্মি ঐ পদার্থমধ্যে প্রবেশ করিতে না পারায়, উহা সম্পূর্ণরূপে উৎপতিত * হয়। এইরূপ আলোকরশ্মিদ্বারাই মৃগতৃষ্ণিকা উৎপন্ন হয়। শিশু যেমন দর্পণেপতিত নিজপ্রতিবিম্ব দেখিয়া তাহা ধরিবার জন্য চেষ্টা পায় এবং ধরিতে না পারিলেই ক্রন্দন করে, মরীচিকাও ঠিক সেইরূপ। প্রখর সূর্য্যরশ্মির উত্তাপে মরুভূমির বালুকারাশি অত্যন্ত উত্তপ্ত হইয়া তন্নিকটবর্ত্তী বায়ুস্তরকে তদনুরূপ উত্তপ্ত করে। ঐ উত্তপ্তবায়ুস্তর পুনরায় তদুপরস্থিত বায়ুস্তরকে উত্তপ্ত করে। এইরূপে স্তরে স্তরে বহুদূর ব্যাপিয়া বায়ুস্তর বিভিন্ন পরিমাণে উত্তপ্ত হয়। এতন্মধ্যে উত্তপ্তবালুকার নিকটবর্ত্তীস্তরই

---

† Total deflection.

সর্ব্বাপেক্ষা অধিক উত্তপ্ত এবং লঘু হয়, এবং বৃক্ষ প্রভৃতি উচ্চস্থান হইতে আলোকরশ্মি নিঃসৃত হইয়া সর্ব্বনিম্নস্তরের বালুস্তরেই প্রক্ষিপ্ত হয়, (এবং তদ্দ্বারাই সরলদর্পণে পতিত মায়াছায়ার ন্যায়) ঐ সকল দ্রব্যেরও মায়াছায়া পতিত হয় এবং এই ছায়াভ্রান্তির বশবর্ত্তী হইয়া তৃষিত পথিকেরা কোন প্রশস্ত জলাশয়ের দ্বারাই ঐ সকল বস্তু প্রতিবিম্বিত হইয়াছে মনে করিয়া তদভিমুখে ধাবিত হয়

বৃষ্টির সময় আকাশে কখন কখন একটি সপ্তবর্ণবিশিষ্ট, সুদৃশ্য ধনু দেখিতে পাওয়া যায়, যাহাকে রামধনু বা ইন্দ্রধনু * বলে। এই ধনুতে ক্রমান্বয়ে সাতটি বর্ণের বিন্যাস দেখিতে পাওয়া যায়:—ধুম্র, দুর্ব্বাশ্যাম, পীত, পাটল, নভোনীল, লাল, এবং লোহিত রামধনু একটি দীপ্তিময় উল্কা * মাত্র দুর্ব্বাদলপতিত

Rainbow—অনেকদিন হইল একটি মিশনারি সাহেবের সহিত নানা-বিষয়ের কথোপকথনের সময় "রামধনুর" উল্লেখ হয় "রামধনু" শব্দটি উচ্চারিত হইবামাত্র তিনি বলিলেন "অন্তবর্ত্তী কুসংস্কার কি ভয়ানক জিনিস! আপনার মত একজন সুশিক্ষিত লোকও ঐ কুসংস্কার বশতঃ মেঘধনুকে রামধনু বলিয়া থাকেন আপনি খৃষ্টধর্ম্মপুস্তক যত্নসহকারে পাঠ করিয়াছেন এবং আপনি জানেন যে জলপ্লাবনের পর জগদীশ্বর নোয়ার নিকট প্রতিজ্ঞা করেন যে তিনি আর কখন জলপ্লাবন দ্বারা সৃষ্টিনাশ করিবেন না, এবং ঐ মেঘধনু তাহারই স্মৃতিচিহ্ন মাত্র উহা রামধনু নহে" তাঁহার কথাটি ঠিক, অন্তবর্ত্তী কুসংস্কার ভয়ানক জিনিসই বটে! ইন্দ্রধনুকে ভগবানের দস্তখত করা রেজিষ্টারিজ পীসের বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠের চিহ্নিত দলিল মনে করা কুসংস্কার নহে কিন্তু "রামধনু" বলাটি কুসংস্কার।

* Meteor.

শিশিরবিন্দুতে প্রাতঃসূর্য্যরশ্মি পতিত হইলে যেমন নানাবর্ণ ঝলমল করে, ইহাতেও সেইরূপ আকাশস্থিত জলবিন্দুতে সূর্য্যরশ্মি পতিত হইয়া এই বর্ণবিন্যাস স্থাপিত হয়।

সূর্য্যরশ্মি শ্বেতবর্ণের বলিয়াই সাধারণ বিশ্বাস, কেন না উহা শ্বেতবর্ণেরই দেখিতে পাওয়া যায়। দার্শনিকশ্রেষ্ঠ নিউটন কিন্তু আবিষ্কার করেন যে উল্লিখিত সপ্তবর্ণের সংমিশ্রণেই শ্বেতবর্ণের আলোক উৎপন্ন হয়। ঝাড়ের কলমের ন্যায় একখানি বহুপল-বিশিষ্ট কাচখণ্ড মধ্য দিয়া আলোকরশ্মি নিঃসৃত হইলে শ্বেতবর্ণের আলোকের রাসায়নিক বিশ্লেষণ হইয়া সাতটি বিভিন্নবর্ণ সুস্পষ্টরূপে দেখিতে পাওয়াযায়। এতদ্দ্বারা আরও দেখিতে পাওয়া যায় যে, ঐ সমস্ত বর্ণগুলি সমভাবে বক্র নহে। প্রথমটি অপেক্ষা দ্বিতীয়টি অধিকতর বক্র, তৃতীয়টি তদপেক্ষা অধিক বক্র, এইরূপে ক্রমেই বক্রতার বৃদ্ধি হইয়াছে, এবং এই বক্রতার তারতম্যানুসারেই মেঘধনুর বর্ণবিন্যাস সংস্থাপন হয়। এইরূপ একখানি বহুপল-বিশিষ্ট কাচখণ্ডকে প্রিজম্ † বলে। এবং এই সপ্তবর্ণবিশিষ্ট আলোকরেখাকে স্পেকট্রাম ‡ বলে। একখানি প্রিজম্ মধ্য দিয়া সূর্য্যরশ্মি নিঃসৃত হইলে তাহাকে সৌরস্পেকট্রাম § বলে।

সূর্য্যরশ্মির দিকে একখানি প্রিজম্ স্থাপন করিলে তদ্দ্বারা সূর্য্যের একটি সপ্তবর্ণবিশিষ্ট ক্ষুদ্র প্রতিবিম্ব দেখিতে পাওয়া যায়, এই প্রতিবিম্বের দুইপার্শ্ব সরল এবং ঊর্দ্ধ ও নিম্নভাগ সামান্য বক্র

† Prism.　　‡ Spectrum.　　§ Solar spectrum.

থাকে। আলোকরশ্মির বর্ণনির্ণয় ব্যতীত নানাবিধ বৈজ্ঞানিক-তত্ত্বের আলোচনা করিবার জন্যও স্পেকট্রাম ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পূর্ব্বোল্লিখিত বর্ণবিন্যাস ব্যতীত স্পেকট্রাম সাহায্যে আলোক-রশ্মিতে কৃষ্ণবর্ণের ঋজু রেখাও দেখিতে পাওয়া যায়। সুদূরস্থিত, (কল্পনাতীত দূরস্থিত বলিলেও বোধ হয় অত্যুক্তি হয় না), নক্ষত্রাদির আলোচনা একমাত্র স্পেকট্রাম সাহায্যেই করিতে পারা যায়। কোন পদার্থে অণুমাত্র লবণাক্তপদার্থ বর্ত্তমান থাকিলে, স্পেকট্রাম সাহায্যে তাহা অনায়াসেই নির্ণয় করা যায়; এবং এই উপায় দ্বারাই বহুবিধ বৈজ্ঞানিকতত্ত্বের আবিষ্কার হইয়াছে।

আলোকের আলোচনা করিবার সময় বলা হইয়াছে যে সূর্য্যরশ্মি বস্তুতঃ শ্বেতবর্ণের নহে, সপ্তবর্ণবিশিষ্ট আলোকরশ্মির সংমিশ্রণের ফল মাত্র। আলোকরশ্মির দৃষ্টতঃ শ্বেতবর্ণ একটি মৌলিকবর্ণ নহে, নির্দ্দিষ্ট পরিমাণে সপ্তবর্ণের আলোকরশ্মির মিশ্রণের ফল মাত্র। সুতরাং সূর্য্যরশ্মি হইতে এক বা ততোধিক বর্ণ অপসৃত হইলেও অবশিষ্ট বর্ণ গুলি প্রকাশ পাইবে। প্রত্যেক পদার্থই প্রায় সূর্য্যরশ্মি হইতে কোন না কোন একটি নির্দ্দিষ্ট বর্ণ শোষণ করে, এবং অবশিষ্ট বর্ণগুলি প্রতিফলিত হইয়া আমাদের চক্ষে পতিত হয়, সুতরাং আমরা ঐ বস্তুটিকে সেই বর্ণের বলিয়াই মনে করি। যে সকল বস্তু কোন বর্ণই শোষণ করে না, বা সমস্ত বর্ণই তুল্যপরিমাণে শোষণ করে, সেই বস্তুগুলিই কেবল শ্বেতবর্ণের দেখায়, এবং যে সকল বস্তু সমস্তবর্ণই প্রচুর

পরিমাণে শোষণ করে সেই বস্তুগুলিই কৃষ্ণবর্ণের দেখায়। বৃক্ষপত্র, পত্রহরিৎ ভিন্ন অপর সমস্তবর্ণই শোষণ করে, সেই জন্যই তদ্দ্বারা কেবল মাত্র হরিৎবর্ণ প্রতিফলিত (হইয়া আমাদের চক্ষে পতিত) হয় বলিয়াই বৃক্ষপত্র সবুজবর্ণের দেখায়। শ্বেতপদ্ম সমস্ত-বর্ণই সমভাবে প্রতিফলিত করে, সেই জন্যই উহা শ্বেতবর্ণের দেখায়। রক্তজবা লালবর্ণ মাত্র প্রতিফলিত করে, সেইজন্যই উহা লালবর্ণের দেখায়। অঙ্গার সমস্ত বর্ণই প্রচুরপরিমাণে শোষণ করে, সেইজন্যই উহা কৃষ্ণবর্ণের দেখায় এই রূপেই প্রত্যেক পদার্থের বর্ণবিন্যাস সংস্থাপিত হয়

ইহা সপ্রমাণ করিতে হইলে কোন অন্ধকারময় গৃহে একটি ক্ষুদ্র ছিদ্র দ্বারা সূর্য্যালোক প্রবেশ করাইয়া সেই ছিদ্রে যে বর্ণের কাচ স্থাপন করিবে সেই বর্ণেরই আলোক দেখিতে পাইবে। কয়লার উপর যে বর্ণের আলোকই ধর না কেন তাহা কৃষ্ণবর্ণেরই দেখাইবে এতদ্দ্বারাই জানিতে পারা যায় যে কয়লা সকলবর্ণই প্রচুরপরিমানে শোষণ করে রক্তজবার উপর লালবর্ণের আলোক ধরিলে উহা গাঢ়লালবর্ণের দেখাইবে, কিন্তু অন্য বর্ণের আলোক ধরিলে তাহা প্রায় কৃষ্ণবর্ণেরই দেখাইবে। এখন জানা গেল যে রক্তজবা কেবল মাত্র লালবর্ণেরই আলোক প্রতিফলিত করে, অপর সমস্তবর্ণের আলোক শোষণ করে। শ্বেতপদ্মের উপর যে বর্ণের আলোক ধরিবে, সেই বর্ণেরই আলোক দেখিতে পাইবে, অর্থাৎ লালবর্ণের আলোক ধরিলে, লালবর্ণ দেখাইবে, নীল বর্ণের

আলোক ধরিলে, নানবর্ণ দেখাইবে। এখন জানা গেল যে শ্বেতপদ্ম সকলবর্ণের আলোকই প্রতিফলিত করে স্থূল কথা এই যে, সমস্ত বস্তুরই বর্ণবিন্যাস সূর্য্যালোক দ্বারাই সংস্থাপিত হয়।

শব্দ, উত্তাপ, এবং আলোকের আলোচনা শেষ হইল এই তিনটি পদার্থই যে শক্তির রূপান্তর মাত্র তাহাই সংক্ষেপে দেখান যাইতেছে রসায়নশাস্ত্র আমাদের এই অমূল্যশিক্ষা প্রদান করিয়াছে যে, ভৌতিকপদার্থ মাত্রেই অবিনশ্বর, এবং মনুষ্যের দ্বারা ইহার একটিমাত্র ক্ষুদ্রপরমাণু পর্য্যন্ত সৃষ্ট বা বিনষ্ট হইতে পারে না প্রাকৃতিকশক্তির দ্বারা ভৌতিকপদার্থের রূপান্তর হয় মাত্র, অর্থাৎ মৌলিকপদার্থনিচয় সংযুক্ত হইয়া যৌগিকপদার্থে পরিণত হয়, এবং যৌগিকপদার্থের বিশ্লেষণ হইয়া তাহা পুনরায় মৌলিকপদার্থের আকার ধারণ করে বিজ্ঞানশাস্ত্রের চরম শিক্ষা এই যে, ঐ শক্তি সৃষ্ট বা বিনষ্ট হইতে পারে না বিশ্বসংসারের আদিম অবস্থাতে ইহা যে রূপ (যতটুকু) ছিল, এখনও তাহাই আছে, এবং প্রাকৃতিকনিয়ম এই প্রণালীতে চলিলে, চিরকালই সমভাবে থাকিবে বিশ্বসংসারের সমস্ত ঘটনাবলীই* এই শক্তির আধার পরিবর্ত্তন বা রূপান্তর মাত্র

শব্দ, উত্তাপ, এবং আলোকের আলোচনা দ্বারা আমরা জানিয়াছি যে, এই তিনই শক্তির রূপান্তর মাত্র এখন দেখা যাউক এইরূপ রূপান্তর প্রাপ্ত হইয়া শক্তি নিজ অবিনশ্বরতা কিরূপে

* Phenomena.

প্রতিপাদন করিতেছে চলিষ্ণু ভৌতিকপদার্থই* শক্তির সর্ব্বাপেক্ষা সুপরিচিত আকার, এবং শব্দই তাহার প্রথম রূপান্তর কোন একটি সূক্ষ্ম (পাতলা) ধাতবপদার্থে মুদ্গর দ্বারা আঘাত প্রদান করিলে উহা সঘনে কাঁপিতে থাকে, এবং তৎফলে উহা হইতে একটি শব্দ উৎপন্ন হয় এই মুদ্গর যে শক্তি প্রদান করিল ধাতবপাত্রে তাহা নীত হইল শক্তির এই দুইটি রূপান্তরে দৃষ্টতঃ কি পার্থক্য দেখা গেল? এই দেখা গেল যে, চলিষ্ণু মুদ্গর স্থান পরিবর্ত্তন করিয়া ধাতবপদার্থে শক্তি প্রদান করিল, কিন্তু শব্দে শব্দকারিবস্তু স্থান পরিবর্ত্তন করিল না, তাহার পরমাণুগুলি আকুঞ্চিতগতির দ্বারা ইতস্ততঃ চালিত হইল। উত্তাপ এবং আলোকও এই প্রকারের শক্তি সূক্ষ্ম ধাতবপদার্থে আঘাত না করিয়া স্থূল ধাতবপদার্থে আঘাত করিলে, শক্তির কি রূপ কার্য্যবিকাশ হয় তাহা দেখা যাউক এই আঘাত দ্বারা সামান্য মাত্র শব্দ উৎপন্ন হইল অবশিষ্টাংশ শক্তি তবে কি হইল? বিনষ্ট হইল কি? না, তাহা উত্তাপে পরিণত হইল এখন দেখা যাউক উত্তাপশক্তি কিরূপে অবিনশ্বর

কোন পদার্থে উত্তাপ প্রয়োগ করা অর্থেই তাহাতে শক্তি প্রদান কর এখন দেখা যাউক ঐ শক্তি কিরূপে কার্য্যে পরিণত হয়, বা উহা রূপান্তর প্রাপ্ত হয় কোন পদার্থে উত্তাপ প্রয়োগ করিলেই উহা উষ্ণ হয় (উত্তাপ বৃদ্ধি হয়) বিজ্ঞানবিৎপণ্ডিতগণ

* Moving matter

বহু আলোচনার ফলে এই সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, কোন পদার্থের উত্তাপ বৃদ্ধি হইলেই তাহার পরমাণুর গতির বেগ বৃদ্ধি হয় এবং তৎকালে উহার আয়তনও বর্দ্ধিত* হয় আয়তন বৃদ্ধি হইবার সময় কঠিন এবং তরল পদার্থে প্রভুতশক্তি উৎপন্ন হয়। একটি জলপূর্ণ লৌহগোলক বদ্ধ করিয়া তাহাতে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ঐ জলের আয়তন বর্দ্ধিত হইয়া ঐ লৌহগোলক চূর্ণীকৃত হয় (ফাটিয়া যায়) উত্তাপ জলকে যে শক্তি প্রদান করিয়াছিল সেই শক্তি পুনরাবির্ভূত হইয়া লৌহের ন্যায় কঠিন পদার্থকেও বিচূর্ণ করিল এতদ্দ্বারা স্পষ্টই দেখা যাইতেছে যে শক্তির বিনাশ নাই

এখন জিজ্ঞাস্য হইতে পারে যে ১০০° ডিগ্রী উষ্ণজলে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহার উত্তাপও বৃদ্ধি হয় না, আয়তনও বৃদ্ধি হয় না, ইহা বাষ্পাকারে পরিণত হয় মাত্র, এস্থলে শক্তি কি হয়? তদুত্তরে এই বলা যাইতে পারে যে বিচক্ষণ ব্যক্তি মাত্রেই যেমন কোন ব্যয়সাধ্য কার্য্যে হস্তক্ষেপ করিবার পূর্ব্ব হইতেই তজ্জন্য ধনসঞ্চয় করিতে আরম্ভ করেন, প্রকৃতিও সেইরূপ জলাকারে শক্তিসঞ্চয় করিয়া থাকেন এবং বাষ্পে পরিণত হইবার সময় উহাতে প্রভূত শক্তি প্রদান করেন জল, বাষ্পে পরিণত হইলে তাহার আয়তন ১৭০০ গুণ বৃদ্ধি হয়, এবং এই সময় ইহাতে যে কি প্রভূত শক্তি উৎপন্ন হয় বাষ্পযানই তাহার প্রমাণস্থল অতএব

* Velocity and amplitude of vibration

দেখা গেল যে এখানেও শক্তির বিনাশ নাই। আলোক বা তাড়িত সম্বন্ধীয় ঘটনাবলীতেও শক্তি এইরূপে রূপান্তর প্রাপ্ত হয় মাত্র, বিনষ্ট হয় না। এখন জানা গেল যে শক্তি অবিনশ্বর এবং অসৃজনীয়।

সৌরজগতে সূর্য্যদেবই শক্তির মূল আকর। উত্তাপ এবং আলোক রূপে তিনি নিজ জগতকে অবিরাম শক্তি প্রদান করিতেছেন। এবং সেই শক্তির প্রভাবেই বায়ু সঞ্চালন, জোয়ার ভাটা, মেঘ বৃষ্টি, জীব জন্তু ও বৃক্ষলতাগুল্মাদির প্রাণধারণ প্রভৃতি সমস্ত প্রাকৃতিক কার্য্যই সাধিত হয়। পদার্থই শক্তির আধার, সুতরাং ইহা অনায়াসেই প্রতীত হইবে যে, কোন পদার্থ এক স্থান হইতে স্থানান্তরে নীত হইলেই তৎসঙ্গে শক্তিও স্থানান্তরে নীত হইবে। কামানের গোলাই এই রূপ শক্তি পরিচালনার সুদৃষ্টান্তস্থল। তাহার আর একটি দৃষ্টান্ত এই যে, একটি পাত্রে তরলপদার্থ রাখিয়া তাহার নিম্নদেশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে (সচরাচর আমরা যে রূপে জল গরম করিয়া থাকি) উহার নিম্নস্তর উষ্ণ হইয়া লঘুত্ব বশতঃ ঊর্দ্ধে উত্থিত হয় এবং তদপেক্ষা অনুষ্ণ (সুতরাং গুরু) পদার্থ নিম্নদেশে আসিয়া উপস্থিত হয়। ইহাও উষ্ণ হইলে ঐরূপে ঊর্দ্ধদেশে যায় এবং তদপেক্ষা অনুষ্ণ তরলপদার্থ নিম্নদেশে আইসে। ঐ স্থলেও দেখা যাইতেছে যে তরলপদার্থের সহিত শক্তিও পরিচালিত হইতেছে।

শক্তিচালনার আর একটিমাত্র দৃষ্টান্ত দেখাইয়াই আমরা ক্ষান্ত হইব। একটি পুষ্করিণীর পাড়ে দাড়াইয়া ঐ পুষ্করিণীতে

একটি ঢিল ফেলিলে ঐ জল নড়িতে থাকে এবং উহা চক্রের ন্যায় তরঙ্গাকারে পরিবর্দ্ধিত হইয়া অবশেষে ঐ পুষ্করিণীর কিনারায় আসিয়া উপস্থিত হয় ঢিলটি জলকে যে শক্তি প্রদান করিয়াছিল সেই শক্তিই জলকে আন্দোলিত করিয়া ক্রমে উহা জলের শেষ সীমায় আসিয়া পৌঁছিল হঠাৎ দেখিলেই ভ্রম হয় যে, ঐ জলই স্থূলতঃ এক স্থান হইতে স্থানান্তরে নীত হইল, কিন্তু বস্তুতঃ তাহা হয় না জলে একটি শোলা ভাসাইলে তাহা যেমন নিমজ্জিত ও ভাসমান হইতে থাকে, স্থানান্তরিত হয় না, অর্থাৎ তরঙ্গায়িত গতির দ্বারাই* চালিত হয়, জলও সেইরূপ স্বয়ং স্থানান্তরিত হয় না, তরঙ্গায়িত হয় মাত্র শক্তি পরিচালনের এই দ্বিতীয় উপায়; এবং এতদ্দারাই আমরা সূর্য্য ও চন্দ্র হইতে আলোক প্রাপ্ত হই

* Wave theory

পঞ্চম অধ্যায়।

তাড়িৎ।

তাড়িৎ যে প্রকৃতপ্রস্তাবে কি পদার্থ তাহা এখনও পর্য্যন্ত নির্ণীত হয় নাই বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ এই মাত্র স্থির করিয়াছেন যে, ইহা এক প্রকার অতিপ্রবল ভৌতিকবল, এবং ইহার কার্য্যাকার্য্য আকর্ষণ ও বিপ্রকর্ষণ,* আলোক ও উত্তাপ উদ্ভাবন, † প্রবল আঘাত, ‡ রাসায়নিক বিশ্লেষণ§ প্রভৃতির দ্বারাই বিকাশ পায়। ইতিহাস পাঠে জানা যায় যে, পাশ্চাত্যজগতে প্রাচীনকালে তাড়িৎ সম্বন্ধে বিশেষ কোন জ্ঞানের উপলব্ধি হয় নাই ঘর্ষণ দ্বারা হস্ততালু উত্তপ্ত করিলে তাহা চৌম্বকাকর্ষণগুণবিশিষ্ট হইয়া তৃণাদি আকর্ষণ করে, এবং একটি জতুদণ্ড ফ্লানেলবস্ত্রে দ্বারা ঘর্ষণ করিলে তাহার ঐ অংশ চুম্বুকাকর্ষণগুণবিশিষ্ট হইয়া রেসম পশম প্রভৃতি লঘুপদার্থ আকর্ষণ করিতে পারে এইরূপ ঘর্ষণ দ্বারা ঐ পদার্থে সামান্য পরিমাণে দীপ্তিময়গুণও উৎপন্ন

---

* Attraction and repulsion

† Lu m nous and heating effects

‡ V olent shock.

§ Chemic l decompo t on.

Magi tic a traction

হয়, গদ্দারা অন্ধকারময় স্থানে উহা হইতে অগ্নিস্ফুলিঙ্গের ন্যায় আলোকরশ্মি নিঃসৃত হয়।

পাঁচশতাব্দি পূর্ব্বে পাশ্চাত্যজগতে তাড়িৎ সম্বন্ধে এতদধিক জ্ঞান বর্ত্তমান ছিল না। অস্মদ্দেশীয় পণ্ডিতগণ কিন্তু বোধ হয় তাড়িতের কার্য্যাকার্য্য সম্বন্ধে এতদপেক্ষা অধিক জ্ঞানলাভ করিয়াছিলেন। "ঝাড়ফুক,"--জলপড়া, তেলপড়া, হলুদপড়া প্রভৃতি সমস্তই যে তাড়িতের কার্য্য ইহা এক্ষণে এক প্রকার স্থিরসিদ্ধান্ত হইয়াছে। কোন অজ্ঞাতকারণ বশতঃ পূর্ব্ব কালে অস্ত্রচিকিৎসার ন্যায় এই সমস্ত কার্য্য ও অশিক্ষিত নীচজাতীয় লোকের হস্তেই ন্যস্ত হইয়াছিল। তাহারা অবশ্য ইহার বৈজ্ঞানিকতত্ত্ব সম্বন্ধে সম্পূর্ণ অজ্ঞ। কিন্তু ইহা বোধ হয় অনায়াসেই অনুমান করা যাইতে পারে যে, এই সমস্ত কার্য্য এই জাতীয় লোকের হাতে আসিবার পূর্ব্বে আর্য্যপণ্ডিতগণ ইহার গূঢ়তত্ত্ব অবশ্যই অবগত হইয়াছিলেন, নতুবা ইহা কখনই এই জাতীয় লোকের হাতে আসিতে পারিত না।

অনেকেরই বোধ হয় স্মরণ থাকিতে পারে যে, কিছু দিন হইল কলিকাতা মহানগরীতে রিচার্ড নামে এক জন তাড়িৎব্যবসায়ী সাহেব আসিয়াছিলেন। তিনি বৈজ্ঞানিক প্রণালীতে "ঝাড়ফুক" করিয়া নানাবিধ দুসাধ্যরোগ আরোগ্য করিবার প্রস্তাবনা করেন। তিনি কিরূপ প্রণালীতে ঝাড়ফুক করেন তাহা দেখিবার জন্য লেখক তাঁহার বিজ্ঞানগৃহে উপস্থিত হইয়াছিলেন। রিচার্ড সাহেব নিজ শরীরে যে কি অদ্ভুত পরিমাণে তাড়িৎ সঞ্চয়

করিয়া ইচ্ছামত তাহার চালনা করিতে পারিতেন, স্বচক্ষে না দেখিলে তাহা কোনমতেই সহসা বিশ্বাস করা যায় না তিনি এমনি আশ্চর্য্য অভ্যাস করিযাছেন, যে হস্তের পাঁচটি অঙ্গুলি দ্বারা পাঁচ রকম পরিমাণের তাড়িৎপ্রবাহ অপরের দেহে সঞ্চালন করিতে পারেন মধ্যমাঙ্গুলি পর্য্যন্ত তিনি যে পরিমাণ তাড়িৎপ্রবাহ সঞ্চালন করিতেন, তাহা বোধ হয় সকলেই অনায়াসে সহ্য করিতে পারিত, কিন্তু অনামিকাঙ্গুলি (তৎপর অঙ্গুলি) দ্বারা তিনি যে পরিমাণ তাড়িৎপ্রবাহ সঞ্চালন করিতেন, তাহা বিশেষ চেষ্টা করিয়া সহ্য করিতে হইত। বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠের দ্বারা তিনি যে পরিমাণ তাড়িৎপ্রবাহ সঞ্চালন করিতেন, তাহা কোন মতেই সহ্য করা যাইত না। এইরূপ তাড়িৎপ্রবাহ সঞ্চালন দ্বারা তিনি নানাবিধ দুঃসাধ্য রোগ আরোগ্য করিতে না পারিলেও, তাহা যে উপশমিত করিয়াছিলেন, তাহা বোধ হয় অনেকেই মুক্তকণ্ঠে স্বীকার করিবেন। আমাদের দেশের ঝাড়ফুকও এই বৈজ্ঞানিকভিত্তির উপর স্থাপিত। কিন্তু এতদুভয়ের মধ্যে বিভিন্নতা এই যে, বিচার্ড সাহেব একজন শিক্ষিত ইংরাজ, বিজ্ঞানজগতে তাড়িৎসম্বন্ধে যে সমস্ত অদ্ভুতপূর্ব্ব কৌশল আবিষ্কৃত হইয়াছে, অন্ততঃ তাহার ব্যবহারের জন্য তন্মধ্যে যতটুকু জানা আবশ্যক, তাহা তিনি জ্ঞাত হইয়াছেন, সুতরাং তিনি ইংরেজীরকমে, বৈজ্ঞানিকপ্রণালীতে, ঝাড়ফুক করেন, এবং তাহা তাড়িৎপ্রবাহের কার্য্য বলিযাও স্বীকার করেন। আমাদের দেশে তদ্বিপরীতে বর্ণজ্ঞানশূন্য, নীচজাতীয় লোকেই প্রায় ঝাড়-

ক্ষুক ব্যবসায় করিয়া থাকে, এবং উহা যে বিজ্ঞানমূলক তাহাও তাহারা কখনও শুনে নাই। তাহারা উহা মন্ত্র বলিয়াই জানে, এবং পিতৃপিতামহের নিকট যাহা শিখিয়াছে তাহাই করিয়া থাকে, তদতিরিক্ত পদমাত্র অগ্রসর হইতে পারে নাই।

পাশ্চাত্যজগতে প্রাচীনকালে এবং আধুনিক সময়ের প্রথমাবস্থায়, তাড়িৎ সম্বন্ধে বিশেষ কোন উন্নতি সাধিত না হইলেও, গত দুই শতাব্দীতে, বিশেষতঃ বর্ত্তমান শতাব্দীতে, তাড়িৎসম্বন্ধে এত অধিক উন্নতি সাধিত হইয়াছে এবং ঐ জ্ঞান এরূপ সুকৌশলে নানাবিধ কার্য্যে প্রয়োগ করা হইয়াছে যে, তাড়িৎবিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত মাত্রেই বলিয়া থাকেন যে, পরীরা যেমন বলিবামাত্র নানাবিধ অদ্ভুত ঘটনা সংঘটন করিতে পারে, তাড়িৎও সেইরূপ করিতে পারে। বিজ্ঞানজগতে এরূপও একটি বিশ্বাসস্রোত প্রবাহিত আছে যে, কালে তাড়িতের দ্বারাই সকল কার্য্য সুসম্পন্ন হইবে। আমাদের এই ক্ষুদ্র পুস্তকে ঐ সকল গভীরতত্ত্বের আলোচনা করিবার স্থানও নাই এবং ইহার পাঠকেরও উহা বোধগম্য হইবার সম্ভাবনা নাই, সুতরাং আমরা তাড়িৎ সম্বন্ধে কয়েকটি স্থূল কথারই উল্লেখ করিব মাত্র।

তাড়িৎ উদ্ভাবনের কারণসমূহ তিন ভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে:—ভৌতিক, রাসায়নিক, এবং শিল্পোদ্ভূত। ভৌতিক কারণের মধ্যে উত্তাপের হ্রাস বৃদ্ধিই প্রধানতম কারণ বলিয়া গণনা করা হইয়াছে। রাসায়নিক সংযোগ এবং বিশ্লেষণ, উভয়বিধ

প্রক্রিয়া দ্বারাই তাড়িৎপ্রবাহ উদ্ভূত হয়। লৌহ, তাম্র, রাং প্রভৃতি ধাতবপদার্থ কোন অম্লাক্তপদার্থে * নিক্ষেপ করিলে, ঐ ধাতবপদার্থ বিগলিত হইয়া ঐ অম্লাক্তপদার্থের সহিত মিলিত হয়, এবং তাহা যখন ক্ষারপদার্থে † পরিণত হয় সেই সময়ে উহাতে তাড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন হয়। পক্ষান্তরে কোন যৌগিকপদার্থ বিযুক্ত হইয়া মৌলিক পদার্থে পরিণত হইবার সময়ে উহাতে তাড়িৎপ্রবাহ উদ্ভূত হয়। শিল্পোদ্ভূত কারণের মধ্যে ঘর্ষণ, চাপ এবং দ্রুতবিশ্লেষণই ‡ প্রধান কারণ বলিয়া নির্ণীত হইয়াছে। অন্ধকারময় স্থানে প্রবল আঘাত দ্বারা মিছরির টুকরা চূর্ণ করিলেও তদ্দ্বারা তাড়িৎপ্রবাহ উদ্ভূত হইয়া বিদ্যুল্লেখার ন্যায় আলোকরেখা দেখিতে পাওয়া যায়। অভ্ররাশি দ্রুতবিশ্লিষ্ট হইলেও তদ্দ্বারা তাড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন হইয়া অগ্নিস্ফুলিঙ্গের ন্যায় আলোকরেখা দেখিতে পাওয়া যায়। কিন্তু এতন্মধ্যে সংঘর্ষণ এবং রাসায়নিক প্রক্রিয়ার দ্বারাই প্রভূতপরিমাণে তড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন হয়।

উত্তাপের ন্যায় তাড়িৎ সম্বন্ধেও কতকগুলি পদার্থকে তাড়িৎ-সঞ্চালক এবং কতকগুলি পদার্থকে তাড়িৎঅসঞ্চালক বলিয়া অভি-হিত করা হইয়াছে। তাড়িৎসঞ্চালক পদার্থকে পুনরায় সঞ্চালক এবং আংশিকসঞ্চালক, এই দুই উপবিভাগে বিভক্ত করা

* Acid.

† Salts.

‡ Cleavage.

হইয়াছে। কিন্তু ইহাও জানা আবশ্যক যে, কোন পদার্থই সম্পূর্ণ-রূপে সঞ্চালক বা অসঞ্চালক নহে, এই বিভিন্নতা পরিমাণানু-সারেই * নির্দ্ধারিত হইয়াছে, গুণানুসারে† হয় নাই। ধাতবপদার্থ অম্লাক্তপদার্থ, জল, হিমানী, জীবজন্তু এবং উদ্ভিদ প্রভৃতি পদার্থ-নিচয় তাড়িৎসঞ্চালক শ্রেণীভুক্ত। এলকোহল, ইথার, কাচচূর্ণ, শুষ্ককাষ্ঠ প্রভৃতি পদার্থনিচয় আংশিকসঞ্চালক শ্রেণীভুক্ত, এবং শুষ্কবায়ব্যপদার্থ, ‡ শুষ্ককাগজ, রেসম, কাচ, গন্ধক, সর্জ্জরস প্রভৃতি পদার্থ এবং হীরা, চুনি পান্না প্রভৃতি বহুমূল্য রত্নাদি, তাড়িৎ-অসঞ্চালক শ্রেণীভুক্ত। একটি কাচদণ্ডের একাংশ রেসমের দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া উহা উষ্ণ হইলেই ঐ কাচখণ্ডে একটি অভিনব-গুণ উদ্ভূত হয়,—অর্থাৎ উহাতে তাড়িৎসঞ্চিত হয়, যদ্দ্বারা উহা কাগজ, শোলা প্রভৃতি লঘুপদার্থ আকর্ষণ করিতে পারে। কিন্তু কাচের যে অংশে এই রূপ তাড়িতসঞ্চিত হয় সেই অংশই কেবল এইরূপ গুণবিশিষ্ট হয়, অপরাংশে এই গুণ বর্ত্তায় না, কেন না কাচ তাড়িৎঅসঞ্চালক, সুতরাং উহার একাংশে তাড়িৎসঞ্চিত হইলে উহা সর্ব্বাংশে বিস্তৃত হইতে পারে না। পক্ষান্তরে একটি তাম্রশলাকা একটি সক্রিয়তাড়িৎযন্ত্র সংস্পৃষ্ট হইলে ঐ তাম্রশলাকার সমস্ত অংশেই তাড়িতসঞ্চিত হয়, কেননা তাম্র

* Quantitative.

† Qualitative.

‡ Dry gases.

তাড়িৎসঞ্চালক, সেই জন্যই উহার একাংশে তাড়িতসঞ্চিত হইলে উহার সমস্তাংশেই ঐ তাড়িৎপ্রবাহ বিস্তৃত হইতে পারে।

ইহাও জানা আবশ্যক যে কোন পদার্থই এরূপ সুসঞ্চারক নহে যে, তাহা তাড়িৎসঞ্চারণ সম্বন্ধে কোনরূপ বাধা দেয় না, পক্ষান্তরে কোন পদার্থই এইরূপ অসঞ্চারক নহে যে তদ্দ্বারা কিঞ্চিন্মাত্রও সঞ্চিততাড়িৎ অপচয় হয় না। তাড়িৎপ্রবাহ সঞ্চয় করিয়া রাখিতে হইলে তাড়িৎসঞ্চিত পদার্থ একটি কাচপাত্রে স্থাপন করিয়া তাহার চতুর্দ্দিক তাড়িৎঅসঞ্চালক পদার্থের দ্বারা বেষ্টন করিয়া রাখিতে হয়, যাহাতে সঞ্চিৎতাড়িৎ অন্য পদার্থে নীত না হয়। পৃথিবী অত্যন্ত সুসঞ্চালক, তাড়িৎপ্রবাহ কোনপ্রকারে একবার পৃথিবীতে প্রবেশপথ পাইলেই তৎক্ষণাৎ সমস্ত সঞ্চিত-তাড়িৎই পৃথিবীতে নীত হইবে। এই গুণ থাকা বশতঃই পৃথিবীকে সাধারণতঃ তাড়িতের সঞ্চয়ভাণ্ডার বলিয়া অভিহিত করা হয়।

তাড়িৎ আলোচনার সুবিধার জন্য ইহাকে পজেটিভ্* এবং নেগেটিভ্†, বা সম এবং বিষম, এই দুই ভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে। একটি কাচদণ্ড রেসমের দ্বারা ঘর্ষণ করিলে তাহাতে যে তাড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহাকে পজেটিভ্ তাড়িৎ বলে। এবং একটুকরা লাক্ষা বা সর্জ্জরস ফ্লানেলকাপড় দ্বারা ঘর্ষণ করিলে তাহাতে যে তাড়িৎ উৎপন্ন হয় তাহাকে নেগেটিভ্ তাড়িৎ বলে।

---

* Positive. † Negative.

তাড়িৎবিজ্ঞানবিৎপণ্ডিত ফ্রাঙ্কলেন, তাড়িৎ আলোচনার সুবিধা করিবার জন্য এইরূপ নামকরণ করেন, তৎপূর্ব্বে ইহার একটিকে কাচময়তাড়িৎ * এবং অপরটিকে সর্জ্জরসময় তাড়িৎই † বলা হইত। দুইটি বস্তু একইপ্রকৃতির তাড়িৎসঞ্চিত হইলে, তাহারা পরস্পরকে আকর্ষণ না করিয়া বিপ্রকর্ষণ করে; কিন্তু দুইটি পদার্থ বিপরীতপ্রকৃতির তাড়িৎসঞ্চিত হইলে তাহারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে। দুইটি তাড়িৎসঞ্চিত পদার্থ পরস্পরকে আকর্ষণ করিলেই সেইজন্য জানা যায় যে, উহারা বিপরীতপ্রকৃতির তাড়িৎপ্রবিষ্টপদার্থ, এবং বিপ্রকর্ষণ করিলেই জানা যায় যে, উহারা উভয়েই সমপ্রকৃতির তাড়িৎপ্রবিষ্ট পদার্থ।

সাইগার নামক একজন তাড়িৎবিজ্ঞানবিৎপণ্ডিত এই আনুমানিক সিদ্ধান্ত করেন যে, তাড়িৎ একপ্রকার অতীব সূক্ষ্ম তরলপদার্থ, যাহাকে তাড়িৎসঞ্চিততরলপদার্থ ‡ বলা যায়। এই তাড়িতসঞ্চিততরলপদার্থ পজেটিভ্ এবং নেগেটিভ্ এই দুইটি বিপরীতপ্রকৃতির তাড়িতের সমষ্টি। কোন পদার্থে দুইটি বিপরীতগুণ বিশিষ্ট তাড়িতের সংযোগ হইলে, তাহারা পরস্পরকে প্রতিহত করে, সুতরাং উহাতে তাড়িতের কোন প্রকার কার্য্যবিকাশ হয় না। কিন্তু ঘর্ষণ বা অন্য কোন প্রক্রিয়ার

* Vetreous.

† Resinous.

‡ Electrical fluid.

দ্বারা তাহাদের পৃথগ্‌ভুত করিবা মাত্র,—অর্থাৎ তাহাদের রাসায়নিক বিশ্লেষণ সংস্থাপিত হইবামাত্র, তাড়িৎপ্রবাহের কার্য্যবিকাশ আরম্ভ হয়। তিনি আরও বলেন যে তাড়িৎ সৃজন করা যায় না, প্রত্যেক পদার্থেই ন্যূনাধিক পরিমাণে উভয় প্রকৃতির তাড়িৎ স্বতঃই বর্ত্তমান থাকে, এবং তাহাদের পৃথগ্‌ভুত করিবামাত্র উহারা সক্রিয় হইয়া তাড়িৎপ্রবাহের কার্য্য প্রতক্ষীভুত হয়। এক প্রকৃতির তাড়িৎ উৎপন্ন হইলেই তৎসঙ্গে তদ্বিপরীত প্রকৃতির তাড়িৎও উৎপন্ন হইবে; উভয়ের অন্যতর উৎপাদন কোন মতেই সম্ভবপর নহে। কাচখণ্ড রেসমের দ্বারা, বা লাক্ষাখণ্ড ফ্লানেলবস্ত্রের দ্বারা ঘর্ষণ করিলে, কাচে এবং লাক্ষায় একই প্রকৃতির তাড়িৎ উৎপন্ন হয়, এবং রেসমে ও ফ্লানালে তদ্বিপরীত প্রকৃতির তাড়িৎ উৎপন্ন হয়। এই প্রণালীতেই তাড়িৎপ্রবাহের কার্য্যবিকাশ হয়; এবং ইহাকেই সাইমারের মত * বলে। এতৎসমস্ত সিদ্ধান্ত আনুমানিক ভিত্তির উপর স্থাপিত হইলেও ইহা দ্বারা তাড়িতের কার্য্যপ্রণালী আলোচনা করিবার সুবিধা হইয়াছে বলিয়াই ইহা বিজ্ঞানজগতে সাদরে গৃহীত হইয়াছে।

কাচের ন্যায় তাড়িৎ অসঞ্চালকপদার্থকে পক্ষান্তরে তাড়িৎ অসংযুক্তকারী পদার্থও † বলা যায়, কেন না কোন তাড়িৎসঞ্চিত

---

* Symmer's theory.

† Insulator

পদার্থ * কাচপাত্রের উপর স্থাপন করিলে তৎসঞ্চিততাড়িৎ পৃথিবীতে নীত হয় না। কোন একটি তাড়িৎসঞ্চিত তাড়িৎ-সঞ্চালকপদার্থ, অপর একটি তাড়িৎঅসঞ্চিত সঞ্চালকপদার্থের নিকটে স্থাপন করিবামাত্রই শেষোক্ত পদার্থও তাড়িৎসঞ্চিত হয়। শেষোক্ত পদার্থ আংশিকসঞ্চালক হইলে তাহা তাড়িৎসঞ্চিত হইতে অবশ্য দুই চারি সেকেণ্ডও বিলম্ব হয়। পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, পৃথিবী অতি সুসঞ্চালক, সেই জন্য তাড়িৎসঞ্চিতপদার্থ পৃথিবীর সংস্পর্শে আসিবামাত্র তৎসঞ্চিততাড়িৎ পৃথিবীতেই নীত হয়। শুষ্কবায়ু অসঞ্চালক হইলেও বাষ্পমিশ্রিত বায়ু সুসঞ্চালক, সুতরাং তাড়িৎসঞ্চিত সঞ্চালক শেষোক্ত প্রকার বায়ুর সংস্রবে আসিবামাত্র তৎসঞ্চিত তাড়িৎ ঐ বায়ুতেই নীত হয়। পৃথিবী এবং বায়ু উভয়ই যখন তাড়িৎসঞ্চিত সঞ্চালকের সংস্রবে আসিবা-মাত্র তৎসঞ্চিততাড়িৎ গ্রহণ করে, তখন কোন সঞ্চারকপদার্থে তাড়িৎসঞ্চিত করিতে হইলে তাহা কাচপাত্রে স্থাপন করিয়া তাহার চতুর্দ্দিক অসঞ্চালক পদার্থের দ্বারা বেষ্টন করিয়া না রাখিলে ঐ পদার্থে কোন মতেই তাড়িৎসঞ্চিত থাকিতে পারে না।

ধাতবপদার্থ মাত্রেই অতীব সুসঞ্চালক, সেই জন্য ঘর্ষণ দ্বারা ধাতবপদার্থ মাত্রকেই তাড়িৎসঞ্চিত করা যায়। কিন্তু ঐ রূপ পদার্থ কাচপাত্রে স্থাপন করিয়া ঘর্ষণ করিলেই তাহা তাড়িৎসঞ্চিত থাকে, নতুবা তাড়িৎ উৎপন্ন হইবামাত্র তাহা হস্তের দ্বারা নীত

* Electrified.

হইয়া পৃথিবীতে প্রবেশ করে কোন একটি তাড়িৎসঞ্চিত সঞ্চালক-পদার্থ হইতে অপর একটি সঞ্চালকপদার্থে তাড়িৎ সঞ্চিত করিতে হইলে, উভয়ের আকৃতি এবং আয়তন একই প্রকারের হইলে, উভয় সঞ্চালকই সমভাবে তাড়িৎসঞ্চিত হয়, কিন্তু উহাদের গঠনের কিম্বা তলের বিভিন্নতা থাকিলে অসমভাবে তাড়িৎসঞ্চিত হয়। তাড়িৎ-বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত ফ্যারাডে তাড়িৎমানযন্ত্রের * দ্বারা পরীক্ষা করিয়া দেখাইয়াছেন যে, একটি লাক্ষাদণ্ড ফ্লানালবস্ত্রের দ্বারা ঘর্ষণ করিলে ঐ লাক্ষাদণ্ডে যে পরিমাণ নেগেটিভ্ তাড়িৎ সঞ্চিত হইবে, ফ্লানালবস্ত্রেও তত্তুল্যপরিমাণ পজেটিভ্ তাড়িৎ সঞ্চিত হইবে একই পদার্থ ভিন্ন ভিন্ন পদার্থের দ্বারা ঘর্ষিত হইলে বিভিন্ন প্রকারের তাড়িৎ উৎপন্ন হয় একটি কাচখণ্ড বিড়াল-চর্ম্মের দ্বারা ঘর্ষিত হইলে তাহাতে পজেটিভ্ প্রকৃতির তাড়িৎ উৎপন্ন হয়, কিন্তু রেসমের দ্বারা ঘর্ষিত হইলে নেগেটিভ্ প্রকৃতির তাড়িৎ উৎপন্ন হয়।

তাড়িৎসঞ্চিত পদার্থের উপরিভাগেই সমস্ত সঞ্চিততাড়িৎ বর্ত্তমান থাকে, এবং উহা স্থানান্তরিত হইবার জন্য যেন সদাই সচেষ্ট থাকে তাড়িৎমানযন্ত্রের দ্বারা পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে, একটি শূন্যগর্ভ এবং একটি পূর্ণগর্ভ (নিরেট) লৌহগোলাকে তুল্য-পরিমাণে তাড়িৎ বর্ত্তমান থাকে কোন সঞ্চালকপদার্থে অপর্য্যাপ্ত পরিমাণে তাড়িৎসঞ্চিত হইলেই তাহা কোন বাধা না মানিয়া

*Electroscope

নিকটস্থ সঞ্চালকপদার্থে নীত হয়। তাড়িৎপ্রবাহ এইরূপে স্থানান্তরিত হইবার সময়েই উহা হইতে শব্দ এবং দীপ্তীরশ্মি উৎপন্ন হয়। এইরূপ তাড়িৎপ্রবাহ বাষ্পপূর্ণ বায়ু দ্বারা নীত হইলে ঐ বায়ুস্থিত বাষ্পের দ্বারাই উহা তৎক্ষণাৎ গৃহীত হওয়ায় দীপ্তিরশ্মি উৎপন্ন হয় না, কিন্তু শুষ্ক বায়ুর দ্বারা নীত হইলে দীপ্তিরশ্মি উৎপন্ন হয়। পদার্থের গঠনের দ্বারাও তাহার অংশ বিশেষে সমধিক পরিমাণে তাড়িৎ সঞ্চিত হয়। একটি সুচ্যগ্র আকারবিশিষ্ট বস্তুর অগ্রভাগেই সর্ব্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে তাড়িৎ সঞ্চিত হয়। তাড়িৎসঞ্চিত অসঞ্চালকপদার্থের উপরিভাগ আলোকসংস্পৃষ্ট হইবামাত্র তদ্দারাই উহার সমস্ত সঞ্চিততাড়িৎ নীত হয়। এস্থলে আলোকশিখা সুচ্যগ্র আকারবিশিষ্ট বস্তুর ন্যায়ই কার্য্য করে। তাড়িৎ সঞ্চালন সম্বন্ধে ইহাকেই বিন্দুর কার্য্য বা কার্য্যকরীশক্তি* বলা যায়।

একটি তাড়িৎসঞ্চিত সঞ্চালকপদার্থ আর একটি তাড়িৎশূন্য সঞ্চালকপদার্থের সংস্পর্শে আসিবা মাত্র শেষোক্ত সঞ্চালকেও তাড়িৎ সঞ্চিত হয়, এবং ঐ সঞ্চিততাড়িৎ উভয় সঞ্চালকেই সমভাগে বিভক্ত হয়, সুতরাং উভয় সঞ্চালকদ্বয় সমপ্রকৃতির তাড়িৎসম্পন্ন হয়। কোন একটি তাড়িৎঅসঞ্চিত সঞ্চালকপদার্থ একটি তাড়িৎসঞ্চিত সঞ্চালকপদার্থের নিকটে (সামান্য ব্যবধান রাখিয়া) স্থাপন করিলেই উহা তাড়িৎসঞ্চিত হইবে। যদি এই

* Property or power of point.

সঞ্চালকপদার্থ কাচের ন্যায় কোন তাড়িৎঅসংযুক্তকারী পদার্থের উপর স্থাপন করা হয় * তাহা হইলে ইহার যে অংশ প্রথমোক্ত সঞ্চালকের নিকটে বা সম্মুখে থাকিবে তাহাতে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িৎ সঞ্চিত হইবে,—অর্থাৎ প্রথম সঞ্চালকে পজেটিভ্ তাড়িৎ সঞ্চিত থাকিলে দ্বিতীয় সঞ্চালকের যে অংশ উহার নিকটে থাকিবে তাহা নেগেটিভ্ তাড়িৎসংযুক্ত হইবে, এবং যে অংশ দূরে অবস্থিতি করিবে সেই অংশে প্রথম সঞ্চালকের সহিত সমপ্রকৃতির তাড়িৎ তুল্যাংশে সঞ্চিত হইবে।† একটি তাড়িৎসঞ্চিত সঞ্চালক-পদার্থের পজেটিভ তাড়িতের পরিমাণ একশত, এবং ঐ সঞ্চালকের আকার দুইটি কাচের হাতলবিশিষ্ট একত্রমিলিত দুইটি অর্দ্ধ-গোলক হইলে, এই মিলিতগোলক একটি তাড়িতসঞ্চালকের নিকটে স্থাপন করিবার পরে তাহা বিযুক্ত করিলে দেখা যাইবে যে, ঐ গোলকের যে অর্দ্ধাংশ তাড়িৎসঞ্চিত সঞ্চালকের নিকটে ছিল তাহা একশত পরিমাণ নেগেটিভ্ তাড়িৎসঞ্চিত হইয়াছে, এবং যে অর্দ্ধগোলক উহা হইতে দূরে ছিল তাহা একশত পরিমাণ পজেটিভ্ তাড়িৎসঞ্চিত হইয়াছে। এই মিলিতঅর্দ্ধগোলক তাড়িতসঞ্চিত সঞ্চালকের নিকটে পৃথক করিয়া স্থানান্তরিত করিলেই উহাতে ঐ পরিমাণ তাড়িৎ স্বতঃই বর্ত্তমান থাকিবে। কিন্তু উহা স্থানান্তরিত করিবার পরে পৃথক করিলে, ঐ অর্দ্ধগোলকের কোনটিতেই তাড়িতের চিহ্নমাত্রও বর্ত্তমান থাকিবে না।

* Insulated.　　† Electricity by influence or induction.

পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, দুইটি অসম প্রকৃতির,—(একটি পজেটিভ্ এবং একটি নেগেটিভ্) তাড়িৎপ্রবাহ নিকটবর্ত্তী হইবা মাত্র তাহারা পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া মিলিত হইবার জন্য সচেষ্ট হয়। কিন্তু তাড়িৎঅসঞ্চালক শুষ্কবায়ু ইহাদের মধ্যবর্ত্তী হইয়া ঐ মিলনের বাধা দেয়। উভয়বিধ তাড়িতেরই আকর্ষণশক্তি বায়ুর এই বাধা অতিক্রম করিতে সমর্থ হইলেই উহারা বায়ুভেদ করিয়া (বায়ুর বাধা অতিক্রম করিয়া) পরস্পর মিলিত হয়। এইরূপ দুইটি বিপরীত প্রকৃতির তাড়িৎ মিলিত হইবার সময় তাহা হইতে আলোক-স্ফুলিঙ্গ নির্গত হয়, যাহাকে তাড়িতালোকস্ফুলিঙ্গ * বলে। এবং এইরূপ মিলনের পরেই যে তাড়িৎ নিঃসৃত হয় তাহাকে তাড়িৎ-নিঃসরণা † বলে। এইরূপ মিলনের পূর্ব্বে উভয় তাড়িৎসঞ্চালক-পদার্থ তাড়িৎমান যন্ত্রের দ্বারা পরীক্ষা করিয়া রাখিয়া মিলনের পর পুনরায় পরীক্ষা করিলেই দেখা যাইবে যে, উভয় সঞ্চালকেরই তাড়িতের পরিমাণ হ্রাস হইয়াছে।

তাড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন করিবার একটি সহজ এবং সুন্দর উপায় ইলেকট্রিক ব্যাটারি ‡। তাড়িৎবিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত ভল্টা ইহার আবিষ্কার করিয়া বিজ্ঞানজগতে চিরস্মরণীয় হইয়াছেন। অধুনা ইহার নির্ম্মাণকৌশল সম্বন্ধে নানাবিধ উপায় উদ্ভাবন করা হইয়াছে।

---

* Electrical spark.

† Electric discharge.

‡ Electric battery.

ব্যাটারির স্থূল কথা এই যে, একটি তাড়িৎ অসঞ্চালক (চিনেমাটির) পাত্রে জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিড * রাখিয়া তাহাতে একখানি দস্তার পাত† এবং একখানি তাম্রপাত‡ স্থাপন করিলে ঐ দস্তা এবং তাম্র পাত তাড়িৎসঞ্চিত হইবে। এই তাড়িৎসঞ্চিত দস্তা এবং তাম্র খণ্ডের সহিত একগাছি তাম্রনির্ম্মিত তার সংযুক্ত করিলে ঐ তারে তাড়িৎপ্রবাহ নীত হইবে, এবং ঐ তাড়িৎপ্রবাহের স্থলে ক্রমে ঐ তাম্রনির্ম্মিত তারের উষ্ণতা বৃদ্ধি (উত্তপ্ত) হইবে। ব্যাটারিতে প্রচুর পরিমাণে সালফিউরিক এসিড এবং দস্তা থাকিলে তন্মধ্যস্থ তাম্রখণ্ড এত অধিক উত্তপ্ত হইবে যে, উহা ক্রমে গলিয়া যাইবে। ঐই তাড়িৎপ্রবাহ জল মধ্যে নীত হইলে জলের রাসায়নিক বিশ্লেষণ হইয়া অম্লযান এবং উদযান পৃথক হয়§। জলের ন্যায় অন্যান্য যৌগিক পদার্থেরও এইরূপ রাসায়নিক বিশ্লেষণ হয়। এখন দেখা গেল যে, তাড়িৎপ্রবাহের প্রথম কার্য্য উত্তাপ উদ্ভাবন, এবং দ্বিতীয় কার্য্য রাসায়নিক বিশ্লেষণ।

নাবিকেরা যে দিঙনির্ণয়যন্ত্র ‖ সাহায্যে অপার সমুদ্রে অর্ণবপোত নির্দ্দিষ্ট পথে চালিত করেন তাহাও তাড়িতের কার্য্য

---

* Sulphuric acid solution. † Zinc plate.

‡ Copper plate. § Electrolysis.

■ অথর্ব্ববেদে জলের উপাদান বিভক্ত করিবার প্রণালীর উল্লেখ দেখিতে পাওয়া যায়। এতদ্বারাই সপ্রমাণিত হইতেছে যে, আর্য্যঋষিগণ অতি প্রাচিন কালেই তাড়িৎ সম্বন্ধে অন্তত স্থূল জ্ঞান লাভ করিয়াছিলেন।

‖ Marinor's Compass.

ফলে। দাঢ্যকৃত ইস্পাত তাড়িৎসঞ্চিত হইলে তাহা স্থায়ী চুম্বকগুণ-বিশিষ্ট* হয়। এইরূপ চুম্বকগুণবিশিষ্ট একটি কাঁটা † সংযোগেই দিঙনির্ণয়যন্ত্রের দ্বারা দিক নির্ণীত হয়। যেমন ভাবেই কেন দিঙনির্ণয়-যন্ত্র রাখা হউক না কেন, উহার কাঁটা উত্তর দিকই নির্ণয় করিবে। ঐ কাঁটা অন্য দিকে ঘুরাইয়া দিলেও তাহা উত্তর দিকেই প্রত্যাবর্ত্তন করিবে। দিঙনির্ণয়যন্ত্রের এই গুণের দ্বারাই নাবিকেরা তৎসাহায্যে দিঙনির্ণয় করিতে পারেন। এই রূপ একটি কাঁটা ঝুলাইয়া দিলে তাহা স্বভাবতঃ উত্তরদক্ষিণেই অবস্থিতি করিবে, কিন্তু ঐ কাঁটা একটি সক্রিয়ব্যাটারির তারের সহিত সংযুক্ত করিবা মাত্র উহা উত্তরদক্ষিণে অবস্থিতি না করিয়া তাড়িৎ-প্রবাহের সহিত সমসরলকোণ ‡ অবলম্বন করিবে। কিন্তু ব্যাটা-রির সহিত অসংযুক্ত করিবা মাত্র উহা উত্তর দক্ষিণেই প্রত্যাবর্ত্তন করিবে।

ইতিপূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, ব্যাটারিস্থ দস্তা এবং তাম্রপাতের সহিত তাম্রনির্ম্মিত তার যোগ করিলেই ঐ তারে তাড়িৎ প্রবাহিত হয়। এবং ঐ তার যতই কেন সুদূরব্যাপী হউক না কেন উহাতে সমভাবে তাড়িৎপ্রবাহ বহিতে থাকিবে। একটি প্রবল ব্যাটারির দুই প্রান্তে পাঁচ হাজার ক্রোশ লম্বা তার

* Magnetised.

† Magnetic needle.

‡ The needle will set itself at right angles to the current.

সংযুক্ত করিলে নিমেষ মধ্যে ঐ তাড়িৎপ্রবাহ এই সুদূর পথ অতিক্রম করিয়া ব্যাটারিতে প্রত্যাবর্ত্তন করিবে। এবং এই তারের মধ্য-ভাগে, প্রান্তে বা যে কোনস্থানে চুম্বকগুণবিশিষ্ট একটি কাঁটা সংযুক্ত করিলেই তাহা এই তাড়িৎপ্রবাহের দ্বারা চালিত হইবে। ইহাকেই তাড়িৎবার্ত্তাবহ বা টেলিগ্রাফ* বলে। কলিকাতায় এই রূপ একটি ব্যাটারির তাম্রখণ্ডের সহিত একটি তাম্রনির্ম্মিত তার সংযুক্ত করিয়া তাহা বিলাত পর্য্যন্ত লইয়া গিয়া পুনরায় ঐ তার কলিকা-তার ব্যাটারির দস্তার সহিত সংযুক্ত করিয়া দিলে, এবং উভয় স্থানের ব্যাটারিতে এক একটি চুম্বকগুণবিশিষ্ট কাঁটা সংলগ্ন করা থাকিলে, কলিকাতার ব্যাটারি চালিত করিলে নিমেষের মধ্যে বিলাতের ব্যাটারির কাঁটাও ঘুরিবে। এই অত্যাশ্চর্য্য কৌশল দ্বারাই এক মিনিট কয়েক সেকেণ্ড মধ্যে তাড়িৎবার্ত্তাবহ দ্বারা বিলাত হইতে কলিকাতায় সংবাদ আসিতেছে।

অনেকেরই ধারণা আছে যে ঝড়বৃষ্টির সময়েই নভোবায়ু তাড়িৎসঞ্চিত হয়, আকাশ পরিষ্কার থাকিলে উহা তাড়িৎসঞ্চিত থাকে না। এই বিশ্বাস নিতান্তই ভ্রমমূলক। সকল সময়ে এবং সকল অবস্থাতেই নভোবায়ু ন্যূনাধিক পরিমাণে পজেটিভ্ প্রকৃতির তাড়িৎ-সঞ্চিত থাকে, কখনও বা নেগেটিভ্ প্রকৃতির তাড়িৎসঞ্চিত থাকে। স্থানের উচ্চতা এবং সময়ের বিভিন্নতার দ্বারাই ইহার

---

* Electric Telegraph.

পরিমাণের তারতম্য ঘটে, অর্থাৎ একটি উচ্চস্থানে দিবা দুই প্রহরের সময়ে নভোবায়ু যে পরিমাণে তাড়িৎসঞ্চিত থাকে, প্রাতঃকালে নিম্নস্থানে তদপেক্ষা অল্পপরিমাণে তাড়িৎসঞ্চিত থাকে। লোকালয় হইতে পৃথগ্‌ভূত উচ্চস্থানের বায়ুই সর্ব্বাপেক্ষা প্রবলরূপে তাড়িৎসঞ্চিত থাকে। গৃহাভ্যন্তর, রাজপথ, বা বৃক্ষমূল প্রভৃতি স্থানের নভোবায়ু প্রায়ই পজেটিভ্ তাড়িৎসঞ্চিত থাকে না। জনাকীর্ণ স্থানে, নির্জ্জন প্রান্তরে, সেতুর উপরে প্রভৃতি স্থানের নভোবায়ু প্রায়ই পজেটিভ্ তাড়িৎসঞ্চিত থাকে। ভূমির উপরস্থিত (সর্ব্বনিম্ন স্তরের) নভোবায়ু সকল সময়েই নেগেটিভ্ তাড়িৎ সঞ্চিত থাকে। ভূমি হইতে অন্ততঃ পাঁচ ফুট ঊর্দ্ধদেশে না উঠিলে তথাকার নভোবায়ু পজেটিভ তাড়িৎসঞ্চিত থাকে না। বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ অনুমান করেন যে, বায়ুর শুষ্কতা এবং আর্দ্রতার দ্বারাই তাড়িতের প্রকৃতির তারতম্য নির্দ্ধারিত হয়। আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকিলে নভোবায়ুর তাড়িৎ প্রবাহের সাময়িক পরিবর্ত্তন ঘটে, অর্থাৎ কোন সময়ে পজেটিভ্ এবং কোন সময়ে নেগেটিভ্ তাড়িৎ সঞ্চিত থাকে। তাড়িৎসঞ্চিতমেঘ সংস্পর্শের দ্বারা নভোবায়ুর তাড়িৎপ্রবাহের পরিবর্ত্তন ঘটিয়া এক দিনের মধ্যে বারম্বার পজেটিভ্ হইতে নেগেটিভ এবং নেগেটিভ্ হইতে পজেটিভ্ তাড়িতে পরিবর্ত্তিত হয়। ঝড়বৃষ্টির সময়ে এবং হিমানী পতিত হইলে নভোবায়ু পর্য্যায়ক্রমে একদিন পজেটিভ্ এবং পরদিন নেগেটিভ্ তাড়িৎ সঞ্চিত থাকে।

মার্কিনদেশীয় তাড়িৎবিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত ফ্রাঙ্কলেন বিদ্যুৎ এবং তাড়িৎ যে একই পদার্থ তাহা সপ্রমাণ করেন। এবং তাহার কিছুদিন পরেই তিনি তাড়িৎসঞ্চিত সূত্র সংযোগে ঘুড়ি উড়াইয়া বিদ্যুল্লেখা আকর্ষণ করিবার প্রয়াস পান। কিছুক্ষণ তাঁহার এই চেষ্টা বিফল হওয়ায় তিনি হতাশ হইয়া ফিরিয়া আসিবার মনস্থ করেন। এমন সময়ে বৃষ্টি হইয়া তাঁহার সেই তাড়িৎসঞ্চিতসূত্র আদ্র হইয়া তাহাতে তাড়িৎসঞ্চালকগুণ উদ্ভূত হওয়ায় তদ্দারা তিনি বিদ্যুল্লেখা আকর্ষণ করিতে কৃতকার্য্য হইয়াছিলেন। এইরূপ কিংবদন্তি আছে যে, সফলমনোরথ হইয়া ফ্রাঙ্কলেন আনন্দে বিহ্বল হইয়া বালকের ন্যায় অশ্রুবর্ষণ করিয়াছিলেন। কোন একটি বৈজ্ঞানিকতত্ত্বের আবিষ্কার করিতে পারিলে এইরূপ আনন্দই হয় বটে, কিন্তু বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত ভিন্ন অন্যে কি ইহার সহানুভূতি করিতে পারে?

বিদ্যুল্লেখার নানাবিধ দৃশ্য দেখিতে পাওয়া যায়, তন্মধ্যে দুইটি দৃশ্যই সাধারণ বলিয়া গণ্য। এতন্মধ্যে একটিদৃশ্য চারি ক্রোশ বা ততোধিক পরিমাণ স্থান ব্যাপিয়া একটি সুনির্দিষ্টরেখাযুক্ত, অখণ্ড, এবং বক্র আলোকস্ফুলিঙ্গ।* তাড়িৎযন্ত্রের দ্বারা যে আলোকস্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয় তাহার সহিতই এই দৃশ্যের সর্ব্বাপেক্ষা অধিক সৌসাদৃশ্য দেখিতে পাওয়া যায়। এতদুভয়ের

* Electrical spark.

মধ্যে বিভিন্নতা এই যে, বিদ্যুল্লেখা বহুদূরব্যাপী এবং তাড়িৎ-যন্ত্রোদ্ভূত আলোকস্ফুলিঙ্গ অল্পদূরব্যাপী। নিম্নস্তরের বায়ুতে বিদ্যুল্লেখা শ্বেতবর্ণের দেখাইলেও উচ্চস্তরের বায়ুতে উহা ধূম্রবর্ণ ধারণ করে। তাড়িতালোকস্ফুলিঙ্গ উষ্ণ এবং লঘু বায়ুস্তর দ্বারা বেষ্টিত হইয়াই এইরূপ বর্ণের বিভিন্নতা দৃষ্ট হয়। দ্বিতীয় দৃশ্য, একটি নির্দ্দিষ্ট রেখাবিশিষ্ট অবয়বের পরিবর্ত্তে সমস্ত মেঘমণ্ডলে চকিতের ন্যায় দীপ্তরশ্মি উৎপন্ন হওয়া। তৃতীয় দৃশ্য, গ্রীষ্মকালে মেঘশূন্য আকাশে শব্দশূন্য বিদ্যুল্লেখার সৃষ্টি, ইহাকে উত্তপ্ত বিদ্যুল্লেখা* বলে। বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ অনুমান করেন যে, এইরূপ বিদ্যুল্লেখা এত অধিক উচ্চস্তরের মেঘমণ্ডলে উৎপন্ন হয় যে, তাহার শব্দ পৃথিবী পর্য্যন্ত আসিয়া পৌঁছিতে পারে না। মেঘাচ্ছন্ন আকাশেও অনেক সময়ে শব্দশূন্য বিদ্যুল্লেখা দেখিতে পাওয়া যায়। বিদ্যুল্লেখার আর একটি অসাধারণ দৃশ্য অগ্নিগোলক †। এই দীপ্তিময়গোলক মেঘ হইতে নিঃসৃত হইয়া (বিদ্যুল্লেখার তুলনায়) ধীরে ধীরে, অর্থাৎ দুই চারি সেকেণ্ডে ভূপতিত হইয়া বজ্রনাদে বিচূর্ণ হয়। শেষোক্ত দৃশ্যের কোন বৈজ্ঞানিক কারণ এখনও পর্য্যন্ত আবিষ্কৃত হয় নাই, এবং তাড়িৎযন্ত্রের দ্বারাও ইহার অনুরূপ কোন দৃশ্য উৎপন্ন করা যায় না। প্রথম তিনটি দৃশ্যের অবস্থিতি কাল এক সেকেণ্ডের লক্ষ ভাগের একভাগ মাত্র। চতুর্থ দৃশ্যের অবস্থিতি কাল দুই চারি সেকেণ্ড।

* Heat lightning. † Fireballs.

দৃষ্টতঃ বিভিন্ন অনুভূত হইলেও বিদ্যুৎ এবং বজ্র একই পদার্থ কেবল তাড়িৎসঞ্চিত মেঘরাশি হইতে একই সময়ে আলোক এবং শব্দ নিঃসৃত হয়, এবং ইহার একটিকে বিদ্যুৎ এবং অপরটিকে বজ্রনাদ বলা যায় আলোকের প্রবলবেগবতী গতি বশতঃ বিদ্যুল্লেখা উৎপন্ন হইবা মাত্রই প্রায় তাহা দৃষ্টিগোচর হয় এবং তত্তুলনায় শব্দ অপেক্ষাকৃত ধীরগতিবিশিষ্ট বলিয়াই বজ্রনাদের শব্দ কয়েক সেকেণ্ড পরে শুনিতে পাওয়া যায় বজ্রনাদ-জনিত বিভিন্ন প্রকারের শব্দ শুনিতে পাওয়া যায় এই বিভিন্নতা সম্বন্ধে বিজ্ঞানজগতে নানাবিধ মত প্রচলিত আছে এতন্মধ্যে একটি মত এই যে, বজ্রনাদের শব্দ পৃথিবী, পর্ব্বত, উচ্চবৃক্ষ প্রভৃতি নানাবিধ পদার্থের দ্বারা প্রতিধ্বনিত হইয়াই বহু সংখ্যক এবং বহু প্রকারের শব্দ শুনিতে পাওয়া যায় দ্বিতীয় মত এই যে, ভিন্ন ভিন্ন স্তরের বায়ু বিভিন্ন প্রকারে আলোড়িত হয় বলিয়াই বিভিন্ন প্রকারের শব্দ উৎপন্ন হয় তৃতীয় মত এই যে, এক একটি তাড়িৎ প্রবাহ নিঃসৃত হইয়াই এক একটি বজ্রনাদের শব্দ উৎপন্ন হয়; এবং ঐ তাড়িৎপ্রবাহের প্রবলতা এবং মেঘের দূরত্ব অনুসারেই তান্নিসৃত শব্দের তারতম্য ঘটে স্থূল কথা এই যে, তাড়িৎসঞ্চিত মেঘরাশি হইতে তাড়িৎপ্রবাহ নিঃসৃত হইয়া বায়ুস্তর আলোড়িত হয় এবং তদ্দারাই বজ্রনাদের শব্দ উৎপন্ন হয়।

বিদ্যুল্লেখা মেঘমণ্ডল হইতে নিঃসৃত হইয়া পৃথিবী অভি-মুখেই আসিতে দেখা যায় কখন কখনও কিন্তু ইহার বিপরীত

গতিও দেখিতে পাওয়া যায়, অর্থাৎ পৃথিবী হইতে বিদ্যুল্লেখা নিঃসৃত হইয়া মেঘাভিমুখে ধাবিত হয়। সাধারণতঃ মেঘ নিঃসৃত পজেটিভ্ তাড়িৎ পৃথিবী নিঃসৃত নেগেটিভ্ তাড়িৎকে আকৃষ্ট করে বলিয়াই বিদ্যুল্লেখার গতি নিম্নগামী হয়। বিদ্যুল্লেখায় এই অসাধারণ (ঊর্দ্ধ)গতি সম্বন্ধে তাড়িৎবিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ অনুমান করেন যে, তাড়িতের প্রকৃতি পরিবর্ত্তন হইলে, অর্থাৎ মেঘ নিঃসৃত নেগেটিভ্ তাড়িৎ পৃথিবী নিঃসৃত পজেটিভ্ তাড়িৎকে আকর্ষণ করিলেই বিদ্যুল্লেখা ঊর্দ্ধগামী হয়। কিন্তু বিদ্যুল্লেখা এতই চকিতের ন্যায় বিলুপ্ত হয় যে, এই অসাধারণ ঘটনা বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতের অভ্যাস্থচক্ষু ভিন্ন সাধারণ চক্ষের দ্বারা নির্ণীত হয় না। পাঠকের ইহা জানা আবশ্যক যে, বিদ্যুৎ এবং বজ্রাঘাতও প্রাকৃতিক নিয়মের অধীন। তাড়িৎসঞ্চালনের নিয়মানুসারে সর্ব্বনিকটস্থ তাড়িৎসঞ্চালকপদার্থের উপরই বজ্রপাত হয়। উচ্চ অট্টালিকায়, উচ্চ বৃক্ষে, ছাদে বা বারান্দায় রক্ষিত ধাতবপদার্থ প্রভৃতির উপরেই সচরাচর বজ্রপাত হইয়া থাকে; বিদ্যুল্লেখার সময় সেই জন্যই কোন ধাতুনির্ম্মিত বস্তু বাহিরে রাখা উচিত নহে।* প্রান্তরে উচ্চ বৃক্ষের উপরেই সচরাচর বজ্রপাত হয়, সেই জন্যই ঝড়বৃষ্টির সময় বৃক্ষতল আশ্রয় করা অবিধি।

বজ্রাঘাতের ভীষণ দৃশ্য কাহারই অবিদিত নাই। ইহা জীব, জন্তু, উদ্ভিদ সকলকেই বিনষ্ট করে, দাহ্যমান পদার্থ মাত্রকেই দগ্ধ

* আমাদের দেশের স্ত্রীলোকেরাও বিদ্যুল্লেখার সময় ধাতু নির্ম্মিত পাত্রি মাত্রেই বাহির হইতে উঠাইয়া রাখিতে বলেন।

করে, ধাতু মাত্রকেই গলাইয়া দেয়, এবং কাষ্ঠ, কাচ প্রভৃতি তাড়িৎ অসঞ্চালক পদার্থকে বিচূর্ণ করে। পৃথিবীর অভ্যন্তরে ইহা প্রবেশ করিলে পৃথিবীর অগ্নিপ্রস্তরবৎ * উপাদান গলিয়া একপ্রকার কাচের ন্যায় পদার্থে পরিণত হয়, এবং তদ্দারা মৃগশৃঙ্গের ন্যায় † একপ্রকার অদ্ভুত পদার্থ গঠিত হয়। ইহা ২৪ হাত পর্য্যন্ত লম্বা হয়। লৌহপাতের উপর বজ্রপাত হইলে কোন স্থানে তাড়িৎযন্ত্র চালিত হইলে যে রূপ গন্ধ নির্গত হয়, বজ্রাঘাতের পর ঐ স্থান ব্যাপিয়া সেইরূপ গন্ধ নির্গত হয়। বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতগণ স্থির করিয়াছেন যে, ঐ স্থানের অম্লযান ঘণীভূত হইয়াই ঐ রূপ গন্ধ নির্গত হয়, এবং উহাকে ওযোন্ ‡ বলে। দূরে বজ্রপাত হইলে তাহার প্রতিঘাত § দ্বারাও জীব জন্তু বিনষ্ট হয়, কিন্তু প্রকৃত বজ্রাঘাতের দ্বারা মৃত জীবজন্তুর যে রূপ হস্তপদাদি ভগ্ন বা শরীর নষ্ট হয়, সেরূপ হয় না; স্নায়ুবিধান প্রবল আঘাত ‖ পাওয়া বশতই ইহাদের মৃত্যু হয়।

লৌহের তাড়িৎ পরিচালকগুণ দেখিয়া বজ্রাঘাত হইতে অট্টালিকাদি রক্ষা করিবার জন্য তাড়িৎবিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিত ফ্রাঙ্কলোন তদ্দারা বিদ্যুৎপরিচালকদণ্ড ¶ প্রস্তুত পদ্ধতি আবিষ্কার করেন, চলিত ভাষায় ইহাকেই আমরা বাজকাটি বলিয়া থাকি। একটি বিদ্যুৎপরিচালক দুই অংশে বিভক্ত। সূচ্যগ্রবিশিষ্ট প্রথমাংশ একগাছি লৌহশিক, যাহা অট্টালিকার কিয়দ্দূরে কাষ্ঠশলাকা

* Siliceous substance.
† Vitrified tubes called fulgurites.
‡ Ozone.
§ Return shock
‖ Violent shock.
¶ Lightning conductor.

সংলগ্ন করিয়া স্থাপন করা হয়। অট্টালিকা সংলগ্ন করিলে ইহা যে উদ্দেশে স্থাপন করা হইয়াছে তাহা বিফল হয়, অর্থাৎ তদ্দারা ঐ অট্টালিকা বজ্রাঘাতের ধ্বংসকাণ্ড হইতে রক্ষিত হয় না। এই বিদ্যুৎপরিচালক বিদ্যুতের পথ প্রদর্শক মাত্র,—অর্থাৎ ইহা অবলম্বন করিয়াই বিদ্যুৎ সহজে নামিয়া আইসে, অট্টালিকা ধ্বংশ করে না। দ্বিতীয়াংশ একটি লৌহ পাত, যাহা লৌহ-শিকের সহিত সংলগ্ন থাকে এবং বাটীর কিছু দূরে গভীর মৃত্তিকা-ভ্যন্তরে স্থাপন করা হয়। এই অংশই প্রকৃত বিদ্যুতপরিচালক, এবং ইহার দ্বারই তাড়িৎ প্রবাহ (বিদ্যুত) মৃত্তিকাভ্যন্তরে প্রবিষ্ট হয়, এবং তদ্বশতই ঐ অট্টালিকা বজ্রাঘাতের ধ্বংসকাণ্ড হইতে সংরক্ষিত হয়। বজ্রপরিচালক যে পরিমাণ উচ্চ হইবে তাহার চতুর্দিকে উহার দ্বিগুণ পরিমাণ স্থান ব্যাপিয়া উহার দ্বারা বজ্রাঘাতের ধ্বংশকাণ্ড হইতে সংরক্ষিত হইবে; এই প্রণালীতেই বিদ্যুৎপরিচালকের উচ্চতা নির্দ্ধারিত করা হয়।

তাড়িৎও উত্তাপ আলোক প্রভৃতির ন্যায় শক্তি। উত্তাপ আলোক প্রভৃতি পদার্থের আলোচনা দ্বারা আমরা জানিয়াছি যে প্রকৃতিতে শক্তির বিনাশ নাই, রূপান্তর হয় মাত্র। তাড়িতের সংক্ষিপ্ত আলোচনা করিয়াও দেখা গেল যে, ইহা একটি অতি প্রবল শক্তি, সুতরাং তাড়িতের কার্য্যক্ষেত্রও সুবিস্তীর্ণ। এই ক্ষুদ্র পুস্তক সমাপ্ত করিবার পূর্ব্বে একবার দেখা যাউক যে, তাড়িতের কার্য্যাকার্য্যে "শক্তির বিনাশ নাই", বিজ্ঞানশাস্ত্রের এই বীজমন্ত্রের সার্থকতা প্রতিপাদিত হয় কি না। তাড়িতের কার্য্যাকার্য্য সাধারণতঃ ছয় ভাগে

৫ম অংশ

বিভক্ত করা হই

শিল্পকার্য্য, চৌম্বুকাক...

তাড়িৎপ্রবাহ প্রবিষ্ট হইলে যে সমস্ত দেহজ এবং যান্ত্রিকতন্তু সকল ইহার দ্বারা আহত হয় তৎসমস্তই উত্তেজিত হয়, অর্থাৎ তাড়িতের শক্তি জীবদেহে নীত হয়। সক্রিয় তাড়িৎযন্ত্রের তাড়িৎপরিচালকে হস্ত প্রদান করিলে শরীরস্থ যৌগিকতাড়িৎ বিশ্লিষ্ট হইয়া পজেটিভ্ তাড়িৎ বিপ্রকৃষ্ট এবং নেগেটিভ্ তাড়িৎ আকৃষ্ট হয়, সেইজন্যই তাড়িৎ প্রবাহের আঘাত অনুভূত হয়। একটি ব্যাটারির দুইটি পরিচালক হস্তের দ্বারা ধারণ করিলেও একই প্র ...র ফল হয়। একটি সুবৃহৎ তাড়িৎযন্ত্রের* তাড়িৎ পরিচালকে হাত ...রা পরস্পর হস্ত ধারণ করিয়া থাকিলে অন্যূন দেড় হাজার লোকে তন্নিস্থত তাড়িৎপ্রবাহ অনুভব করিতে পারে। আশুমৃতদেহে তাড়িৎপ্রবাহ সঞ্চালিত করিলে উহার পৈশীকবিধানে প্রবল আক্ষেপ উৎপন্ন হয়, এবং হঠাৎ দেখিলে উহাকে জীবিত বলিয়াই ভ্রম হয়। সুতরাং জীবদেহে তাড়িতের কার্য্যে শক্তির রূপান্তরই স্পষ্টত দেখা যাইতেছে।

পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে তাড়িৎপ্রবাহের দ্বারা এরূপ প্রভূত পরিমাণে উত্তাপ উৎপন্ন হয় যে তদ্দারা ধাতুনির্ম্মিত সুক্ষ্মতার গলিয়া বাষ্পাকারে পরিণত হয়, এবং স্থূল শলাকা উত্তপ্ত হইয়া আরক্ত বর্ণ-ধারণ ... ...,এবং তাহা হইতে দীপ্তীরশ্মি নির্গত হয়। ইহাদ্বারা এরূপ প্রভূত পরিমাণে উত্তাপ উৎপন্ন হয় যে তদ্দারা রেলগাড়ী

* Lyden jar.

† Electric Railway.

সংলগ্ন করিয়া স্থাপন করা হয়। পট্টিকা সংলগ্ন* কয়লায় তাড়িৎ-যে উদ্দেশে স্থাপন করা হইয়াছে তাহা বিফল হয় না, তাড়িৎসংযোগেই ঐ অত্যুজ্জ্বল হয়। তাড়িৎপ্রবাহের দ্বারা প্রায় সূর্য্য লোকের ন্যায় উজ্জ্বল আলোক* উৎপন্ন হয়। জলের ন্যায় যৌগিকপদার্থে তাড়িৎপ্রবাহ নীত হইলে তাহার রাসায়নিক বিশ্লেষণ হইয়া মৌলিক পদার্থ সকল বিযুক্ত হয়। কোন যৌগিকপদার্থে মৌলিকপদার্থ সকল স্বভাবতঃ যেরূপ অংশে যুক্ত থাকে (যেমন জলে দুইভাগ উদযান এবং এক ভাগ অম্লযান,) তদনুরূপ অংশে যুক্ত থাকিলে একবার মাত্র তাড়িৎপ্রবাহ প্রবেশ করিলেই উহার মৌলিকপদার্থ সকল বিযুক্ত হয়। কিন্তু স্বাভাবিক অংশে যুক্ত না হইয়া অন্যরূপে যুক্ত হইলে তাহাদিগকে বিশ্লিষ্ট করিতে উপর্য্যুপরি দুই চারিটি তাড়িৎ-প্রবাহ প্রবেশের আবশ্যক হয়। এখন স্পষ্টত দেখা গেল যে জগতের কার্য্যে ও শক্তির বিনাশ নাই, রূপান্তর হয় মাত্র, এই কথা প্রতিপাদিত হইল। এবং এই অলৌকিক কৌশল প্রভাবেই বিশ্বব্যাপারের অদ্ভুত ঘটনাবলী নিত্য সংঘটিত হইতেছে। এবং প্রকৃতির এরূপ অবস্থা বর্ত্তমান থাকিলে চিরকালই এইরূপ ঘটিবে, প্রকৃতিবিজ্ঞান আমাদের এই অমূল্য শিক্ষাপ্রদান করেন।

* Electric light.

সমাপ্ত।